Aus der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. D. Plester

Innenohrveränderungen bei Bestrahlung im Kopfbereich

INAUGURAL—DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
WILFRIED BÖHRINGER
aus Pforzheim

1983

Aus der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. D. Plester

Innenohrveränderungen bei Bestrahlung im Kopfbereich

INAUGURAL—DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
WILFRIED BÖHRINGER
aus Pforzheim

1983

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan:	Professor Dr. W. Frommhold
1. Berichterstatter:	Professor Dr. E. Steinbach
2. Berichterstatter:	Professor Dr. H. Breuninger
3. Berichterstatter:	Professor Dr. A.- C. Voss

---

gedruckt bei H.- J. Köhler · Reprografischer Betrieb · Tübingen

Meinen Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547608_0029

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung	1
	1. Problemstellung	1
	2. Material und Methoden	1
II.	Literaturübersicht	3
	1. Experimentelle Untersuchungen	3
	2. Beobachtungen beim Menschen	6
III.	Möglichkeiten der Strahlentherapie im Kopfbereich	8
	1. Bestrahlungsmethoden	8
	1.1. Telegammatherapie	8
	1.2. Ultraharte Röntgenstrahlentherapie	9
	1.3. Elektronentherapie	1o
	2. Bestrahlungsplanung	1o
IV.	Ergebnisse und Diskussion der Ergebnisse	12
	A. Ergebnisse	12
	1. Jahrgang der Strahlentherapie, Altersverteilung, Geschlechtsverteilung, Anzahl und Verteilung der unterschiedlichen Diagnosen	12
	2. Strahlenart, Strahlentechnik, Strahlendosis am Innenohr	16
	3. Strahlendosis am Innenohr, Zeitdauer seit Bestrahlungsende, audiometrische Veränderungen nach der Bestrahlung	22
	4. Subjektive Beschwerden vor und nach der Bestrahlung	26
	5. Objektive Untersuchungsbefunde am äußeren Ohr und am Mittelohr und ihre Beziehungen zu den festgestellten audiometrischen Veränderungen	33
	6. Schilderung von vier Sonderfällen	35

Seite

7. Beziehungen des Alters und des Geschlechts zu den audiometrischen Veränderungen 38

8. Zusammenhang zwischen der Zeit, die seit Bestrahlungsende vergangen ist, und den audiometrischen Veränderungen 4o

9. Abhängigkeit des objektiven Schallempfindungsverlustes von der Art der angewandten Strahlenart 44

1o. Einfluß der Bestrahlungstechnik auf die Innenohrschädigung 45

11. Das Verhältnis der Strahlendosis am Innenohr zur aufgetretenen Schallempfindungsschwerhörigkeit 5o

B. Diskussion der Ergebnisse 53

V. Zusammenfassung 57

VI. Literaturverzeichnis 6o

I. Einleitung

1. Problemstellung

Aus der in der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Tübingen seit 197o geführten Tumorkartei konnten 58 Patienten ermittelt werden, deren Unterlagenauswertung eine Antwort auf die Frage der Innenohrbeeinflussung durch Strahlentherapie erwarten ließ. Die Bedingungen für die Auswahl:

1. Es mußten genaue Angaben über Art, Dosis, Technik, Zeitpunkt und Dauer der Bestrahlung vorliegen;

2. Ein oder beide Innenohrbereiche mußten im Bestrahlungsfeld liegen;

3. Ein Audiogramm mußte nach Bestrahlungsende angefertigt worden sein;

schränkten die Patientenzahl erheblich ein.

2. Material und Methoden

Die Tumorkartei der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik umfaßt ca. 85o Patienten. Ausgesucht wurden solche, die im Zeitraum von 197o bis 1981 wegen Malignomen der Ohrmuschel, des äußeren Gehörganges, der Parotis, der Nasenhaupthöhlen, der Wange und des Epipharynx behandelt wurden. Es wurde ein Erhebungsbogen erstellt, mit welchem die spezifischen Daten der einzelnen Patienten erfaßt wurden. Um bei allen Patienten den Fragebogen vollständig ausfüllen zu können, mußten 47 Patienten bzw. deren Hausärzte angeschrieben werden. Davon bekamen wir 1o durch den Hausarzt ausgefüllte Briefe zurück. 16 Briefe trugen den Vermerk "unbekannt verzogen". 11 Patienten waren in der Zwischenzeit verstorben. 1o Patienten sind zur Nachuntersuchung in unserer Klinik erschienen.

Mit den gesammelten Daten wurden die in Kapitel IV zusammengestellten Ergebnissen herausgearbeitet.

II. Literaturübersicht

1. Experimentelle Untersuchungen

THIELEMANN setzte 1928 weiße Mäuse einer Röntgenbestrahlung aus und konnte eine Hyperämie der Kapillaren im Mittel- und Innenohr beobachten, die mit steigender Dosis sich verstärkte und schließlich zu perilymphatischen Hämorrhagien führte, hauptsächlich im basalen Teil der Cochlea und der Gegend der Cristae, seltener in den Maculae. GRIDEN und CULLER (1933, 1934) untersuchten den Einfluß von Röntgenstrahlen auf das Hörvermögen von Hunden, die vorher daran gewöhnt wurden, auf einen Ton mit einer Frequenz von 1ooo Hertz zu reagieren. Die Bestrahlung dauerte insgesamt 4 Monate, bis die Gesamtdosis für einen Hund 11 ooo R und für die anderen 4 5oo R betrug. Es konnte eine vorübergehende Verbesserung der Hörschärfe festgestellt werden, die etwa 4 Wochen lang anhielt. Acht Hunde erhielten geringere Dosen. Die Verbesserung der Hörleistung folgte gewöhnlich nach einer Latenzperiode von 11 Tagen. Bei größeren Dosen war die Periode der erhöhten Hörschärfe kürzer als bei kleineren Dosen.

NOVOTNY verabreichte 1951 6 Meerschweinchen abgestuft eine Gesamtdosis von 1 6oo bis 7 2oo R. Sechs Wochen nach Bestrahlung zeigte sich bei allen Versuchstieren ein Hörverlust von 8,4 Dezibel, mit einem Maximum bei 4ooo Hertz. Die nicht bestrahlte Seite diente jeweils als Kontrolle. Die anschliessende mikroskopische Studie ergab, daß bis zu einer Gesamtdosis von 5 6oo R keine Veränderungen am Gewebe aufgetreten waren.

IVANOV (1957) kam zu einem anderen Ergebnis. Er bestrahlte Hasen und Meerschweinchen bis zu einer Gesamtdosis von 2 ooo R und konnte unter dem Mikroskop scharf begrenzte atrophische und degenerative Veränderungen im Innenohr, mit Hämorrhagien im Mittel- und Innenohr beobachten. Ein Teil

der Versuchstiere entwickelte zudem eine Labyrinthitis mit korrespondierenden klinischen Symptomen und histologischen Veränderungen.

MURPHY und HARRIS konnten 1961 bei der Ratte keine Veränderungen der Hörfunktion feststellen.

BERG und LINDGREN (1961) bestrahlten Hasen, indem sie die linke Schädelhälfte abdeckten, so daß nur die rechte Seite unter Strahleneinwirkung kam. Eine genaue Aussage konnte nicht gemacht werden, da viele Tiere unter Infektionen litten, die das Ergebnis verfälscht hätten. Die Autoren kamen zu dem Schluß, daß die Versuchstiere sich in nichts von einer nichtbestrahlten Kontrollgruppe unterschieden, auch gab es keinen Unterschied zwischen der bestrahlten rechten und der nichtbestrahlten linken Schädelhälfte.

KELEMEN (1963) setzte junge Ratten einer Ganzkörper-Bestrahlung zwischen 1oo und 3 ooo R aus, 85 mit Röntgen-, 45 mit Kobalt-Strahlen. Die anschließende mikroskopische Studie ergab, daß die Hämorrhagie an erster Stelle der schädlichen Einflüsse stand. Das Trommelfell, die Schleimhaut des Mittelohres und die Gehörknöchelchen zeigten Schwellungen mit Extravasation. Die Innenohrveränderungen waren perilymphatische Ödeme mit Kompression des endolymphatischen Raumes. Die Basilar- und die Reißner-Membran blieben unbeschädigt. Deutlich erkennbar war die Zerstörung des Cortiorgans mit seinen umgebenden Geweben, während die Cristae und die Maculae unverändert waren.

GAMBLE et al. teilten 1968 15o Meerschweinchen in acht Gruppen ein und verabreichten ihnen Gesamtdosen zwischen 5oo und 6 ooo R. Eine Kontrollgruppe blieb unbestrahlt. In morphologischen Studien fanden sie heraus, daß das Innenohr bei ihren Versuchstieren relativ radioresistent war. Die Stria vascularis und die Haarzellen des Cortiorgans schienen ihnen die am meisten strahlenempfindlichen Strukturen zu sein und wer-

den für die Verschlechterung des Hörvermögens verantwortlich gemacht.

WESTERNHAGEN und SCHÄTZLE (1969) bestrahlten Meerschweinchen mit Röntgenstrahlen, die einer Herddosis von 4 ooo, 5 ooo und 6 ooo R am Innenohr entsprachen. Um die Lokalisation und Ursache der strahlenbedingten Labyrinthschäden zu beleuchten, führten sie eine histochemische Untersuchung durch und fanden Änderungen an unspezifischer Esterase, ß-Galaktosidase, ß-Glucuronidase, ß-Glucosamidase, saurer und alkalischer Phosphatase und Lipase sowie proteingebundenen Sulfhydrylen und sauren Mucopolysacchariden. Die Fermente zeigten zunächst eine Aktivitätszunahme und ließen erst unter höheren Strahlendosen eine Aktivitätsabnahme erkennen. Bei den Sulfhydrylen und den sauren Mucopolysacchariden konnte unter der Bestrahlung eine gleichmäßige Abnahme beobachtet werden.

Eine histologische Studie von WINTER (1969) an Meerschweinchen ergab, daß die äußeren Haarzellen der beiden basalen Cochleawindungen stark geschädigt wurden, während die äußeren Haarzellen intakt waren. Im Vestibularapparat schienen die Sinneszellen der Peripherie strahlensensibler zu sein als jene in den zentralen Anteilen. WINTER konnte in einer Folgestudie (197o) seine Beobachtungen erhärten.

Eine Untersuchung von KANENKO (1976) an Kapillaren von Mäuseohren, die abgestuft bis zu einer Gesamtdosis von 1 ooo R bis 9 ooo R bestrahlt wurden, ergab folgende Ergebnisse: ab 1 ooo R Gesamtdosis aufwärts waren Gefäßveränderungen, wie Dilatation, Verengung, Krümmung und Gefäßneubildungen zu beobachten; ab 3 ooo R aufwärts erreichten diese Veränderungen ihr Maximum in der 4. Woche nach Bestrahlungsende; nach einer Gesamtdosis von über 5 ooo R konnten sich die geschädigten Kapillaren nicht wieder regenerieren.

DIMITRIEVICH und Mitarbeiter teilten 1977 16 Hasen in 7 Gruppen ein und bestrahlten diese mit unterschiedlichen Dosen von

o bis 1 6oo R. Schon innerhalb der ersten 3 - 4 Tagen kam es zu Intimaschwellungen der Blutgefäße, die zum Teil zum Verschluß der betroffenen Lumina führten. Photomikrographische und histologische Untersuchungen zeigten, daß diese morphologischen Veränderungen assoziiert waren mit einer schnellen, nach der Bestrahlung stattfindenden Proliferation und Verklumpung subintimaler Zellformationen.

2. Beobachtungen beim Menschen

BERBERICH (1936) fand eine sternförmige Perforation des Trommelfells nach Röntgenbestrahlung und beobachtete Symptome einer Störung im Vestibularapparat, die nach wenigen Tagen wieder verschwanden.

WORK (195o) beobachtete aseptische Nekrosen mit darüberliegenden Ulcerationen am knöchernen Anteil des äußeren Gehörganges verursacht durch Röntgenstrahlen.

GYORKEY und POLLOCK (196o) erkannten nach einer massiven Röntgenbestrahlung im Kopfbereich bei einer Untersuchung wegen eingetretenen Hörverlustes, daß das Crus longum und der Processus lenticularis des Incus sich in fibröse Bänder umgewandelt hatten.

Die Anwendung der Hochvolt- und Telegamma-Therapie belastet das Labyrinth mit höheren Strahlendosen als die der konventionellen Röntgenbestrahlung. So beschrieben BORSANYI und Mitarbeiter 1961, LEACH 1965, LEDERMANN 1965 und DIAS 1966 nach einer Bestrahlung des Innenohres von Patienten mit 3 ooo bis 12 ooo R das Auftreten einer kombinierten Schallleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeit. MOSKOVSKAJA untersuchte 1959 5o Patienten mit einer Herddosis von 5oo - 12 ooo R auf Veränderungen am Vestibularorgan und fand eine Zunahme der vestibulären Erregbarkeit der Patienten heraus.

WESTERNHAGEN und SCHÄTZLE (1969) heben hervor, daß nach

etwa 2 ooo bis 3 ooo R Herddosis Schalleitungsschwerhörigkeiten bis zu 4o Dezibel auftreten, die sich meist innerhalb von einigen Wochen wieder zurückbilden. Dagegen sei die Toleranz des Innenohres gegenüber ionisierenden Strahlen unterschiedlich. Bei manchen Patienten trete schon bei 4 ooo R Herddosis im Audiogramm ein Verlust der Schallempfindung ein, während andere, vorwiegend jüngere Patienten nach einer Belastung mit 1o ooo R noch ein normales Hörvermögen angaben.

FILATOV prüfte 1975 5o Patienten, die wegen Tumoren im Kopfbereich bestrahlt wurden auf Hörverlust, konnte audiometrisch jedoch keine Veränderungen feststellen, das Hörvermögen dieser Patienten blieb unbeeinflußt.

Dies steht im Gegensatz zur Veröffentlichung von BALLANTYNE (1975), wobei es nach Bestrahlung zum Teil zu ernsten Komplikationen im Bereich des Ohres kommen kann.

Die Untersuchungen von TASSEV (1974) bestätigen diese Aussage. Er beschreibt 2 Patienten mit Innenohrschädigungen nach Blitzschlag und kommt zu dem Schluß, daß diese Veränderungen entweder durch Schalltrauma oder die Wirkung des elektrischen Stromes direkt verursacht worden waren.

III. Möglichkeiten der Strahlentherapie im Kopfbereich

Die Entwicklung der Strahlentherapie der letzten 25 Jahre ist gekennzeichnet von der Ablösung der konventionellen Röntgenstrahlung (2oo kV, Orthovolt-Therapie) durch die Megavoltstrahlen (Energie oberhalb 1 MeV). Die Vorteile der Megavoltstrahlen liegen in der Erhöhung der Tiefendosis und der verminderten Nebenwirkungen der Strahlentherapie. Unter den verschiedenen Formen der Megavolt-Strahlung spielen im Kopf-Hals-Bereich neben ultraharten Bremsstrahlen und energiereichen Elektronen die in den Telegammageräten genutzten Gammastrahlen radioaktiver Nuklide eine dominierende Rolle (SCHWAB, ZUM WINKEL 1975). Von besonderer Bedeutung sind alle Bemühungen um eine Steigerung der Strahlensensibilität. Hierzu gehören die hyperbare Sauerstoffbehandlung, die Teilsynchronisation und die Anwendung dicht ionisierender Strahlung.

1. Bestrahlungsmethoden

1.1. Telegammatherapie

Wegen ihrer Vorteile, wie hohe relative Tiefendosis, Hautschonung durch Verlagerung des Dosismaximums 4 - 5 mm unter die Hautoberfläche, vereinfachte Dosimetrie, straffe Bündelung der Strahlen mit fehlender Streustrahlung und wirtschaftliche Anwendung ultraharter Strahlen ist die Telekobalttherapie heute eine wichtige strahlentherapeutische Methode im Kopf-Hals-Bereich.

Bei der Stehfeldbestrahlung mit Telegammageräten wird die Herddosis unter Benutzung von Tiefendosistabellen oder durch Tiefendosiskurven ermittelt. Herdtiefe ist dabei Mitte oder Basis des Krankheitsherdes. Die Bündelung der Telekobaltstrahlung verursacht im Vergleich zur Röntgenstrahlung im konventionellen Energiebereich deutlich geringere Streustrahlen im benachbarten Gewebe, doch ist dieser Effekt weniger ausgeprägt als bei der hochenergetischen ultraharten Bremsstrahlung. Das

Dosismaximum liegt bei Kobalt-6o-Strahlen in 3 bis 5 mm Tiefe, folglich tritt eine Hautschonung auf. Bei ultraharten Bremsstrahlen (über 2o MeV) kann die Austrittsdosis höher sein als die Oberflächendosis. Die Sekundärelektronen verlaufen in Richtung des Einfallstrahls. Damit kommt die belastende Streustrahlung der konventionellen Röntgentherapie in Wegfall, die Strahlen sind eng auf den Strahlenkegel begrenzt. Die relative Tiefendosis der Gammstrahlen und der ultraharten Röntgenstrahlen ist eindeutig höher als bei den Orthovoltröntgenstrahlen (WIELAND et al. 1972).

Eine Stehfeldbestrahlung besonderer Art ist die Gegenfeldbestrahlung. Um ein homogeneres Strahlenfeld am Ort des Tumors zu erreichen, erfolgt eine Megavoltbestrahlung mit zwei oder drei, meist im rechten Winkel zueinander angeordneten Stehfeldern. Diese Methode ist die in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde heute am häufigsten durchgeführte Strahlentherapie (WANNENMACHER 1976).

Zur Pendelfeldbestrahlung muß eine topographisch exakte Körperquerschnittsskizze angefertigt werden. Der Drehpunkt wird bei der Pendelfeldbestrahlung entweder in den Tumor selbst oder bei kleinerem Pendelwinkel mit Auswanderung des Drehpunktes entsprechend in Tumornähe gelegt. Der Pendelwinkel muß ein- oder mehrmals durchlaufen werden; dabei ist der Zentralstrahl konstant auf den Drehpunkt gerichtet, während die Strahlenquelle motorisch um den Patienten bewegt wird. Bedacht werden muß bei der Pendelbestrahlung die im Vergleich zur Stehfeldtherapie erhöhte Volumen-(Raum-)Dosis.

1.2. Ultraharte Röntgen-(Bremsstrahlen-)therapie

Ultraharte Röntgen-(Brems-)strahlen mit einer Energie von mehreren MeV haben eine noch höhere relative Tiefendosis als die Gammastrahlen (OESER et al. 1976). Außer der Haut wird auch das Subcutangewebe entlastet. Wegen der unterschiedlichen Photonenenergie ist die Dosisverteilung ungleichmäßiger

als bei der Telekobalttherapie und erfordert einen größeren Aufwand für die Berechnung (SCHWAB und ZUM WINKEL 1975).

1.3. Elektronentherapie

Die Dosisverteilung von perkutan eingestrahlten Elektronen wird bewirkt durch den Energieverlust der bei der Ionisation getroffenen Atome, durch die Erzeugung von Bremsstrahlen und durch die nach allen Seiten hin erfolgte Streuung. Unter der Hautoberfläche kommt es zum Anstieg der Ionisation, die absorbierte Dosis nimmt zu. Nach ca. zwei Dritteln der mittleren Reichweite haben viele Elektronen ihre Energie abgegeben. In den darunter liegenden Schichten folgt ein rascher Abfall, und am Ende der Reichweite ist die Dosis gleich Null (GLOCKER, MACHERAUCH 1971). Das hinter dem Krankheitsherd gelegene Gewebe läßt sich weitgehend schonen. Zu beachten ist jedoch, daß Gewebeschichten ungleichmäßiger Dichte Elektronen in verschiedenem Maße absorbieren. Knochengewebe führt zu stärkerer Streuung und geringerer Reichweite der Elektronenstrahlen. Luftgefüllte Räume, wie zum Beispiel die Nasennebenhöhlen, haben den umgekehrten Effekt. Da in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde Weichteile, Knochen und luftgefüllte Räume in unmittelbarer Nachbarschaft stehen, ergeben sich Probleme bei der Dosisverteilung, was in Über- und Unterdosierungen resultieren kann. Körperteile mit kleinen Krümmungsradien lassen sich mit Elektronenpendelbestrahlung angehen, die eine Dosiserhöhung im Drehpunktbereich verursacht.

2. Bestrahlungsplanung

Ziel der Strahlentherapie ist es, die Zahl der proliferationsfähigen Geschwulstzellen soweit zu reduzieren, daß das Wachstum eingestellt wird, gleichzeitig aber bleibende Schäden des mitbestrahlten Gewebes möglichst vermieden werden (HUG 1973).

Die Bestrahlungsplanung erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Strahlentherapeut und medizinischem Physiker in Absprа-

che mit dem Oto-Rhino-Laryngologen, wobei Abgrenzung und Lokalisation des Tumors sowie die Feststellung des Zielvolumens die wesentlichen Aufgaben sind. Aufgaben einer dem Einzelfall angepaßten Bestrahlungsplanung sind (nach SCHWAB und ZUM WINKEL 1975):

die Klärung der anatomisch-topographischen Verhältnisse des Krankheitsherdes einschließlich seiner engeren und weiteren Umgebung,

die Wahl der geeignetsten Strahlenart und -qualität bzw. der besten Kombination verschiedener Strahlungen,

die Feststellung der geometrischen Strahlungsbedingungen bezüglich der Zahl und Größe der Felder, Anordnung und Richtung, Fokus-Haut-Abstand usw.,

die Berechnung der topographischen Dosisverteilung,

die Bestimmung der Einzeldosis und der zeitlichen Dosisverteilung,

Schlußfolgerungen über weitere Behandlungsmaßnahmen.

Entscheidend für das Schicksal des Patienten ist die Abklärung von lymphogenen oder hämatogenen Metastasierungen. Vor Beginn der Strahlentherapie muß sich deshalb eine eingehende Diagnostik erstrecken auf die klinische Feststellung des Tumors und seiner Ausdehnung einschließlich Inspektion und Spiegelung, Histologie, eingehende Röntgendiagnostik zum Nachweis der Tumorausdehnung und zur Begrenzung des Bestrahlungsfeldes, Thoraxaufnahmen zum Ausschluß von Lungenmetastasen und auf das Blutbild, da bei ausgeprägter Anämie, Leukopenie und Thrombozytopenie eine Strahlentherapie fraglich bzw. kontraindiziert ist.

IV. Ergebnisse und Diskussion der Ergebnisse

A. Ergebnisse

1. Jahrgang der Strahlentherapie, Altersverteilung, Geschlechtsverteilung, Anzahl und Verteilung der unterschiedlichen Diagnosen

Seit 1970 wurde in der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Tübingen versucht, alle im eigenen Hause behandelten Tumorpatienten in einer separaten Tumorkartei zusammenzufassen. Dieser Kartei konnten 58 Krankenblätter von Patienten entnommen werden, die folgende Bedingungen erfüllten:

1. Sie mußten in den Jahren 1970 bis 1981 wegen eines Malignoms im Kopfbereich bestrahlt worden sein;

2. Es mußten genaue Angaben über Strahlenart, Strahlendosis, Strahlentechnik, Zeitpunkt und Dauer der Bestrahlung vorliegen;

3. Ein oder beide Innenohrbereiche mußten im Bestrahlungsfeld liegen;

4. Ein Audiogramm mußte nach Bestrahlungsende angefertigt worden sein.

Von anfangs 163 Patienten, die eine oder mehrere dieser Bedingungen erfüllten, sind 58 Patienten übriggeblieben, die alle obigen Bedingungen erfüllten. Anhand ihrer Krankenunterlagen soll in den folgenden Kapiteln versucht werden, eine Antwort auf die Frage der Innenohrveränderungen nach Bestrahlung im Kopfbereich zu geben.

Die Abbildung 1 zeigt, daß in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrzehnts weit mehr Patienten sich einer Bestrah-

lung unterziehen mußten, als dies in der ersten Hälfte der Fall war. Dies ist wohl weniger auf eine tatsächliche Zunahme der Fälle zurückzuführen, sondern vielmehr auf eine Verbesserung der Diagnostik und der Strahlentherapie. Ein weiterer Gesichtspunkt stellt die zum Teil noch lückenhafte Dokumentation zum Zeitpunkt des Aufbaus unserer Tumorkartei dar.

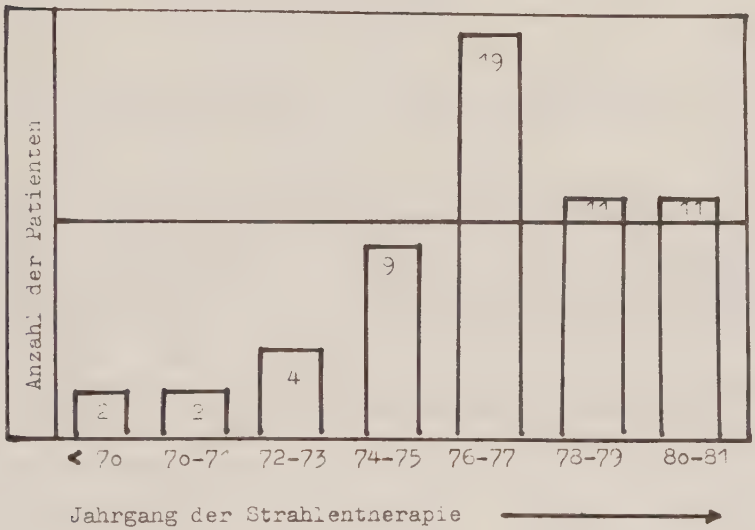

Abb. 1: Einteilung der im Beobachtungszeitraum bestrahlten Patienten nach dem Jahrgang ihrer Strahlentherapie.

Die Altersverteilung unseres Patientengutes weist, wie Abbildung 2 zu entnehmen ist, einen Altersgipfel zwischen dem 55. und dem 75. Lebensjahr auf. Die Altersverteilung für Männer zeigt die Abbildung 3, die für Frauen die Abbildung 4. Bei den Männern liegt der Altersgipfel zwischen dem 55. und 75., bei den Frauen zwischen dem 65. und 75. Lebensjahr. Der jüngste Patient war 18, die jüngste Patientin 2o Jahre alt; der älteste Patient war 9o, die älteste Patientin 87 Jahre alt. Das Durchschnittsalter bei den Männern lag bei

59,4, bei den Frauen bei 62,5, und das Gesamtdurchschnittsalter lag bei 61,2 Jahren.
Unter den 58 Patienten waren 27 Frauen. Dies entspricht einem Geschlechtsverhältnis von 1,14 : 1 oder einem Frauenanteil von 46,8 %.

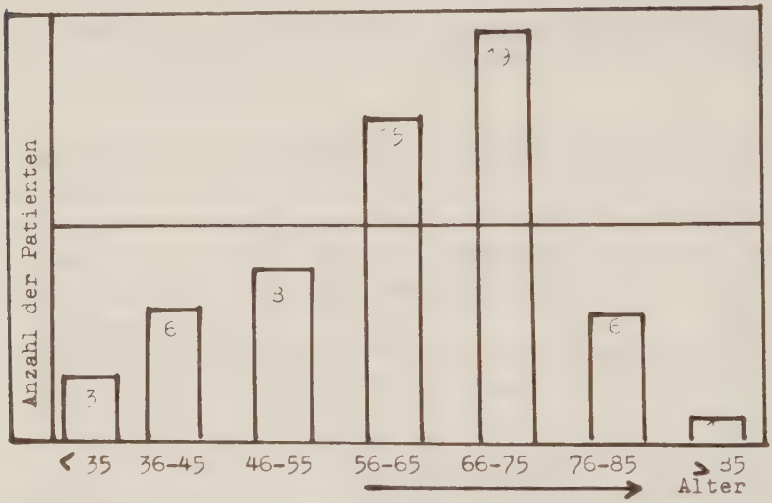

Abb. 2: Altersverteilung der im Beobachtungszeitraum im Kopfbereich bestrahlten Patienten.

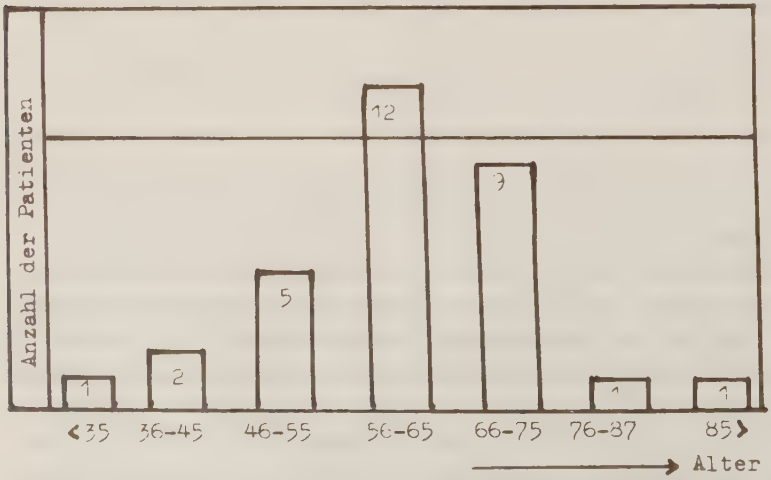

Abb. 3: Altersverteilung der im Beobachtungszeitraum im Kopfbereich bestrahlten Männer.

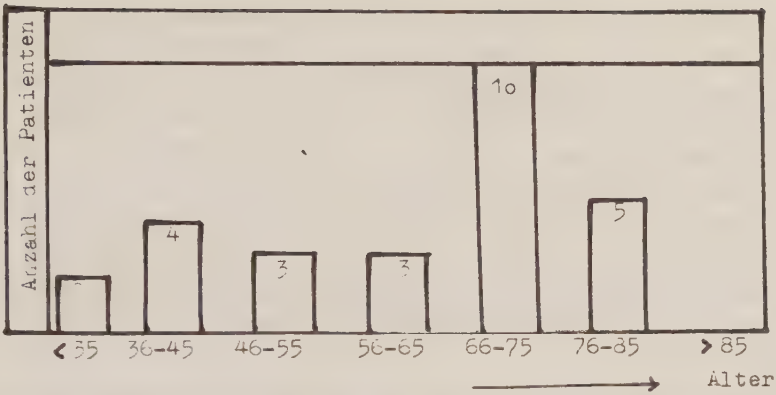

Abb. 4: Altersverteilung der im Beobachtungszeitraum im Kopfbereich bestrahlten Frauen.

Tabelle 1 zeigt die Häufigkeit der verschiedenen Tumorlokalisationen in unserem Krankengut.

Lokalisation	rechts	links	Mitte	Gesamt	Relation
Epipharynx	7	7	9	23	39,7 %
Parotis	5	7	-	12	2o,7 %
Gehörgang	3	4	-	7	12,o %
Kieferhöhle	9	-	-	9	15,6 %
Siebbeinzellen	-	1	-	1	1,7 %
Keilbeinhöhle	-	-	1	1	1,7 %
Wange	2	1	-	3	5,2 %
Infraauricularregion	1	-	-	1	1,7 %
Nasenhaupthöhle	-	1	-	1	1,7 %
Gesamt	27	21	1o	58	
Relation	46,6 %	36,2 %	17,2 %		1oo %

Tab. 1: Absolute und relative Häufigkeiten der unterschiedlichen Tumorlokalisationen der in den Jahren 197o - 1981 in der Strahlenklinik der Universität Tübingen bestrahlten Patienten.

Den größten Anteil hatten die Epipharynxmalignome mit 23 (39,7 %), gefolgt von den Parotistumoren mit 12 (2o,7 %), den Tumoren der Kieferhöhle mit 9 (15,6 %) und den Gehörgangskarzinomen mit 7 (12,o %). Dreimal kamen Wangentumoren (5,2 %) und je einmal ein Tumor der Nasenhaupthöhle, ein Tumor der Siebbeinzellen, der Keilbeinhöhle und der Infraauricularregion (1,7 %) vor. Für die Strahlenwirkung auf das Ohr ist von Bedeutung, daß 27 (46,6 %) der Tumoren auf der rechten, 21 (36,2 %) auf der linken Seite und 1o (17,2 %) im Bereich der Mittellinie angesiedelt waren.

2. Strahlenart, Strahlentechnik, Strahlendosis am Innenohr

Eine Übersicht über die angewandte Strahlenart und Strahlentechnik sowie die jeweilige Strahlenbelastung des Innenohres unserer im Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen wegen eines malignen Tumors bestrahlten Patienten gibt Tabelle 2.

Die ultraharten Röntgenstrahlen stehen dabei mit Abstand an erster Stelle. Sie kamen bei 45 unserer Patienten zur Anwendung, was einem Anteil von 77,5 % entspricht. Wegen ihrer Vorteile, wie der sehr hohen relativen Tiefendosis und der Entlastung der Haut und des Subcutangewebes, haben sie sich gegenüber anderen Strahlenarten durchsetzen können. Schnelle Elektronen und Telekobaltstrahlen haben mit jeweils 1o,4 % einen vergleichbar geringen Anteil an unserem Krankengut. Nur einmal wurde mit Telecaesium bestrahlt, eine Methode, die wegen der geringen Energie der Strahlung heute nicht mehr angewendet wird.

Die Gegenfeldbestrahlung, die Längspendelbestrahlung und die Stehfeldbestrahlung sind die heute gängigen Bestrahlungstechniken. Die Längspendeltherapie im Kopfbereich wird von einigen Autoren als nicht notwendig und nicht durchführbar abgelehnt (MOSS et al. 1973, OESER et al. 1976). Zur Technik dieser Methode als auch der Stehfeldtherapie siehe Kapitel III,

Patient lfd. Nummer	STRAHLENART: Ultraharte Rö-Strahlen	schnelle Elektronen	Telekobalt	Telecäsium	BESTRAHLUNGSTECHNIK: Gegenfeld RT: rechts	Mitte	links	Längspendel RT: rechts	links	Stehfeld RT: rechts	links	STRAHLENDOSIS: am Innenohr (Gy): rechts	links
1	x				x			x				12o	5o
2	x					x						6o	6o
3			x						x		x	15	6o
4	x				x							4o	-
5	x				x							7o	7o
6	x						x					7o	7o
7	x								x			-	4o
8	x							x				5o	-
9	x							x				6o	-
10		x									x	-	6o
11	x							x				62	-
12	x									x		6o	-
13			x		x							6o	6o
14	x							x				6o	-
15	x					x	x					2o	8o

Tab. 2: Übersicht über die Strahlenart, die angewandte Bestrahlungstechnik und die Strahlendosis am Innenohr unserer im Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen bestrahlten Patienten.

Patient lfd. Nummer	STRAHLENART				BESTRAHLUNGSTECHNIK				STRAHLENDOSIS	
	Ultraharte Rö-Strahlen	schnelle Elektronen	Telekobalt	Telecäsium	Gegenfeld RT		Längspendel RT		Stehfeld RT	am Innenohr (Gy)
					rechts	links	rechts	links	links	rechts / links
16	x		x						x	- / 45
17				x						43 / -
18		x							x	- / 60
19	x				x					60 / 60
20	x				x					60 / 60
21	x				x					70 / 70
22	x				x					60 / 60
23			x			x		x		170 / 210
24	x						x			60 / -
25		x							x	60 / -
26	x				x					60 / -
27	x							x		55 / -
28	x							x		40 / -
29	x				x					70 / 70
30	x					x				70 / 70

Fortsetzung Tabelle 2

Patient lfd. Nummer	STRAHLENART				BESTRAHLUNGSTECHNIK					STRAHLENDOSIS	
					Gegenfeld RT			Längspendel RT	Stehfeld RT	am Innenohr (Gy)	
	ultraharte Rö-Strahlen	schnelle Elektronen	Telekobalt	Telecäsium	rechts	Mitte	links	rechts	links	rechts	links
31	x							x		60	-
32	x					x				52	52
33	x						x			60	60
34	x									-	55
35	x						x			70	70
36	x	x			x				x	70	-
37	x					x			x	146	96
38	x				x					70	70
39	x				x					70	70
40	x								x	-	60
41	x									60	-
42	x						x			-	60
43	x								x	60	-
44	x						x			-	60
45		x							x	-	60

Fortsetzung Tabelle 2

Patient lfd. Nummer	STRAHLENART				BESTRAHLUNGSTECHNIK					STRAHLENDOSIS	
	ultraharte Rö-Strahlen	schnelle Elektronen	Telekobalt	Telecäsium	Gegenfeld RT			Längspendel RT		Stehfeld RT	am Innenohr (Gy)
					rechts	Mitte	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
46	x							x	x			60	60
47			x								x	-	60
48	x							x				60	-
49	x					x						50	50
50	x						x					60	60
51		x								x		10	-
52			x				x					60	60
53	x								x			-	70
54	x				x							60	-
55	x									x		50	-
56	x						x					-	50
57	x					x						60	60
58	x						x					66	66

Fortsetzung Tabelle 2

Seite 6 ff. Die allgemein übliche und auch anerkannte Therapie ist eine Megavoltbestrahlung mit zwei oder drei, meist im rechten Winkel zueinander angeordneten Stehfeldern (LEDERMANN et al. 1969, WANNENMACHER 1976). Gelegentlich kommen auch Gammastrahlen eines Telekobaltgerätes und schnelle Elektronen eines Betatrons oder Linearbeschleunigers zur Anwendung (VOSS et al. 1979). Eine solche Methode wird Gegenfeldtherapie genannt. Die Stehfelder können entweder ventrodorsal oder lateral zum Tumorgeschehen angeordnet sein. Der Vorteil, den die Gegenfeldtherapie gegenüber der Stehfeldbestrahlung besitzt, ist das Erreichen eines homogeneren Strahlenfeldes am Ort des Tumors.

Unsere Patienten wurden 3o mal (= 48 %) mit der Gegenfeldmethode behandelt. 17 Patienten (= 27 %) erhielten die Längspendeltherapie. In 16 Fällen (= 25 %) wurde die Stehfeldtherapie bevorzugt. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß einige Patienten mehrmals und zum Teil mit unterschiedlichen Methoden bestrahlt wurden. Dies ist im besonderen bei den Patienten Nummer 23 und 37 der Fall, die infolge eines Tumorrezidivs 4 bzw. 3 mal radiotherapiert wurden. So erklären sich auch die sehr hohen Gesamtdosen dieser beiden Patienten am Innenohr (Tabelle 2).

In Zusammenarbeit mit dem Strahleninstitut der Universität Tübingen wurde für jeden Fall die Gesamtdosis bestimmt, der beide Innenohrbereiche ausgesetzt wurden. Bei erforderlichen Nachbestrahlungen wurden die Gesamtdosen der einzelnen Radiationes addiert. Die niederste Strahlenbelastung lag bei 1o Gray, die höchste bei 21o Gray. Die übliche Strahlengesamtdosis liegt bei 6o Gray. Die Gesamtmenge wird in Einzeldosen von 25o R verabreicht über einen Zeitraum von durchschnittlich 6 bis 8 Wochen.

3. Strahlendosis am Innenohr, Zeitdauer seit Bestrahlungsende, audiometrische Veränderungen nach der Bestrahlung

Eine Übersicht über die Strahlendosis am Innenohr, die Zeitdauer, die seit Ende der Strahlentherapie vergangen ist, darüber, ob vor Bestrahlungsbeginn ein Audiogramm angefertigt wurde und welche Grade an Schalleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Bestrahlung auftraten, gibt Tabelle 3.

Patienten, bei denen ein Audiogramm vor Bestrahlungsbeginn vorlag, sind in der entsprechenden Spalte der Tabelle 2 mit (+) gekennzeichnet. Bei 3o Fällen (= 51,6 %) war somit ein direkter Vergleich der Audiogramme vor und nach der Bestrahlung möglich. 28 Patienten sind vor Beginn der Radiotherapie nicht audiometriert worden. Ihr nach der Bestrahlung angefertigtes Audiogramm wurde mit den Hörschwellenkurven nach HINCHCLIFFE (1959) und VAN DISHOECK (1966) verglichen. Darin sind die maximalen Tonschwellen, die in verschiedenen Altersstufen noch der Presbyakusis zugeschrieben werden können, angegeben (Abb. 5).

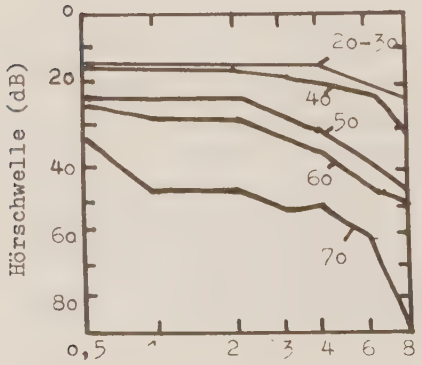

Abb. 5:
Die maximalen Tonschwellen, die in den verschiedenen Altersstufen noch der Presbyakusis zugeschrieben werden können (nach HINCHCLIFFE 1959 und nach VAN DISHOECK 1966).

Tab. 3: Strahlendosis am Innenohr, Zeitdauer seit Bestrahlungsende, audiometrische Veränderungen nach der Bestrahlung.

Patient lfd. Nummer	Strahlendosis am (Gy) Innenohr rechts	links	Zeitdauer seit RT-Ende Jahre	Monate	Audiom. vor RT-Beginn	Schalleitungs-schwerhörigkeit in dB rechts	links	Schallempfindungs-schwerhörigkeit in dB rechts	links
1	12o	5o	-	11	+	-	-	1o	-
2	6o	6o	1	-	+	-	-	-	-
3	15	6o	7	7	+	-	-	-	-
4	4o	-	1	5	+	-	-	15	-
5	7o	7o	1	2		-	-	1o	1o
6	7o	7o	4	1	+	1o	1o	1o	1o
7	-	4o	-	1	+	1o	1o	-	2o
8	5o	-	-	5		-	-	-	-
9	6o	-	2	4		-	-	-	-
1o	-	6o	-	3	+	-	-	-	-
11	62	-	-	5		-	-	15	-
12	6o	-	2	9	+	Ablatio	-	Ablatio	-
13	6o	6o	5	3	+	-	-	-	-
14	6o	-	-	9		-	-	1o	-
15	2o	8o	-	7		5	2o	1o	25
16	-	45	-	1		-	-	-	-
17	43	-	1o	-		-	-	1o	-
18	-	6o	6	4	+	-	-	-	1o
19	6o	6o	-	1	+	-	-	-	-
2o	6o	6o	-	5	+	-	-	-	-

Fortsetzung Tabelle 3

Patient lfd. Nummer	Strahlendosis am (Gy) Innenohr rechts	links	Zeitdauer seit RT-Ende Jahre	Monate	Audiom. vor RT-Beginn	Schalleitungs-schwerhörigkeit in dB rechts	links	Schallempfindungs-schwerhörigkeit in dB rechts	links
21	7o	7o	5	3	+	2o	2o	25	25
22	6o	6o	1	5		-	-	-	-
23	17o	21o	-	1o	+	25	35	3o	4o
24	6o	-	-	6	+	1o	-	1o	-
25	6o	-	-	1	+	-	-	-	-
26	6o	-	1	2		-	-	1o	-
27	55	-	4	-		-	-	2o	-
28	4o	-	-	9	+	-	-	-	-
29	7o	7o	-	8	+	-	-	1o	1o
30	7o	7o	-	7	+	-	3o	3o	5o
31	6o	-	3	2		-	-	1o	-
32	52	52	-	1		-	1o	-	1o
33	6o	6o	8	6	+	-	-	1o	1o
34	-	55	4	-		-	-	-	15
35	7o	7o	-	2		3o	-	3o	2o
36	7o	-	-	4		35	-	4o	-
37	146	96	6	4		25	2o	35	35
38	7o	7o	5	-	+	-	-	2o	2o
39	7o	7o	3	5	+	-	-	-	-
4o	-	6o	3	8		1o	1o	-	1o

Fortsetzung Tabelle 2

Patient lfd. Nummer	Strahlendosis am (Gy) Innenohr rechts	links	Zeitdauer seit RT-Ende Jahre	Monate	Audiom. vor RT-Beginn	Schalleitungs-schwerhörigkeit in dB rechts	links	Schallempfindungs-schwerhörigkeit in dB rechts	links
41	6o	-	5	-		-	-	1o	-
42	-	6o	-	1o		-	4o	-	1o
43	6o	-	2	2		-	-	15	-
44	-	6o	6	-		-	-	-	2o
45	-	6o	4	5	+	-	2o	-	35
46	6o	6o	-	6		-	-	-	-
47	-	6o	-	8	+	-	-	-	-
48	6o	-	6	-		-	-	1o	-
49	5o	5o	1	-	+	-	-	1o	1o
5o	6o	6o	1	5		1o	-	2o	2o
51	1o	-	2	7	+	1o	-	2o	-
52	6o	6o	1o	9	+	-	-	2o	2o
53	-	7o	-	3	+	-	-	-	-
54	6o	-	5	4		1o	-	25	-
55	5o	-	-	5		-	-	-	-
56	-	5o	2	2		-	-	-	1o
57	6o	6o	-	1	+	1o	-	-	-
58	66	66	2	3	+	-	-	1o	1o

Die Werte in den letzten beiden Spalten der Tabelle 3 sind die arithmetischen Mittel der Veränderungen der Schalleitung bzw. der Schallempfindung über den Frequenzen von o,5 bis 8 kHz. Im Vergleich mit den Audiogrammen vor Bestrahlungsbeginn oder den Kurven nach HINCHCLIFFE (Abb. 4) waren 18 mal (3o,9 %) Verschlechterungen der Schalleitung festzustellen, davon viermal links und je 7 mal rechts und beidseits. Die Schallempfindung veränderte sich bei 39 Patienten (67 %) und zwar 13 mal rechts, 11 mal links und 15 mal auf beiden Seiten. Eine kombinierte Schalleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeit konnten wir 17 mal feststellen (29,2 %). Bei 19 Patienten gab es im Vergleich zum Befund vor Bestrahlungsbeginn keine Veränderung (= 32,7 %).

Ein wichtiger Faktor, um den Grad der aufgetretenen Schwerhörigkeit richtig einstufen zu können, ist die Zeit, die vom Ende der Radiotherapie bis zur Befunderhebung vergangen ist. Diese Zeitspanne ist sehr unterschiedlich. Sie reicht von einem Monat bis zu 1o Jahren und 9 Monaten. Durchschnittlich sind bei unserem Krankengut vom Bestrahlungsende bis zur abschließenden Audiometrie 2 Jahre und 6 Monate vergangen.

4. Subjektive Beschwerden vor und nach der Bestrahlung

Die Tabelle 4 zeigt an, über welche subjektiven Beschwerden unsere Patienten vor und nach der Bestrahlung geklagt haben. Es sollen zuerst die Fälle genannt werden, bei denen wir audiometrische Veränderungen feststellen konnten. Von diesen 39 Patienten haben 14 (35,84 %) schon vor der Bestrahlung schlecht gehört, während 25 (64,16 %) vor Therapiebeginn nicht über einen Hörverlust klagten. Das Gehör war in den meisten Fällen seitengleich, nur zwei Patienten hörten links und einer hörte rechts schlechter. Nach der Bestrahlung stellten siebzehn Patienten an sich eine Hörminderung fest, das entspricht einem Anteil von 43,5 %. Neunmal war die rechte und achtmal die linke Seite betroffen. In zehn Fällen hatte der Hörverlust seit Bestrahlungsende ständig zugenom-

Tab. 4: Subjektives Befinden der Patienten, bei denen audiometrische Veränderungen festgestellt werden konnten.

Pat. lfd. Nr.	vor Bestrahlung: früher gut gehört	vor Bestrahlung: früher seitengl. gehört	vor Bestrahlung: rechts/links schlechter	nach Bestrahlung: subjektive Hörminderung rechts	subjektive Hörminderung links	zunehmend	gleichbleibend	Tinnitus	Ohrschmerzen	Ohrjucken	Ohrlaufen	andere
1	nein	ja	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
4	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	nein	nein	rechts	-	-	-	-	-	+	-	+	-
6	nein	ja	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
7	nein	nein	links	+	+	+	-	-	-	-	-	-
11	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	ja	ja	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
17	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	nein	nein	links	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
23	ja	ja	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
24	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
26	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	ja	ja	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
30	nein	ja	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-
31	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	ja	ja	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+
33	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fortsetzung Tabelle 4

Pat. lfd. Nr.	vor Bestrahlung: früher gut gehört	früher seitengl. gehört	rechts/ links schlechter	nach Bestrahlung: subjektive Hörminderung rechts	links	zu-nehmend	gleich-bleibend	Tinnitus	Ohrschmerzen	Ohrjucken	Ohrlaufen	andere
34	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	ja	ja	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-
37	ja	ja	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-
38	ja	ja	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
4o	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
41	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	ja	ja	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
43	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5o	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	ja	ja	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-
52	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 5: Subjektives Befinden der Patienten, bei denen keine audiometrischen Veränderungen festgestellt werden konnten.

Pat. lfd. Nr.	vor Bestrahlung: früher gut gehört	früher seitengl. gehört	rechts/links schlechter	nach Bestrahlung: subjektive Hörminderung rechts	links	zu-nehmend	gleich-bleibend	Tinnitus	Ohrschmerzen	Ohrjucken	Ohrlaufen	andere
2	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	nein	nein	links	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	ja	ja	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
1o	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2o	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
28	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	ja	ja	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
46	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	nein	nein	links	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	nein	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

men, bei zweien war er gleichgeblieben. Sonstige Ohrbeschwerden, wie Tinnitus, Ohrjucken und das Gefühl eines verstopften Ohres wurden je einmal angegeben, Ohrschmerzen und Ohrenlaufen je achtmal.

Tabelle 5 zeigt dieselben Fakten wie Tabelle 4, aber für die 19 Patienten, bei denen keine audiometrischen Veränderungen festgestellt werden konnten. Es haben 4 (21 %) früher schon schlecht gehört, davon 2 (1o,5 %) auf dem linken Ohr schlechter. Nach der Radiatio gab nur ein Patient (5,2 %) eine subjektive Hörminderung an, und zwar auf der rechten Seite, die sich bislang nicht verschlechtert habe. Ohrenschmerzen und Ohrenlaufen wurden je einmal beklagt, Tinnitus und Ohrenjukken kamen nicht vor.

		Hörverlust audiometrisch nachweisbar (n = 39 = 1oo %)	Kein Hörverlust nachweisbar (n = 19 = 1oo %)
subjektiver Hörverl.	rechts	23 %	5,2 %
	links	2o,5 %	-
	gesamt	43,5 %	5,2 %
sonstige Ohrbeschwerden	Tinnitus	2,5 %	-
	Ohrschmerz	2o,5 %	5,2 %
	Ohrjucken	2,5 %	-
	Ohrlaufen	2o,5 %	5,2 %
	andere	2,5 %	-
	gesamt	48,5 %	1o,4 %

Tab. 6: Gegenüberstellung der subjektiven Angaben der Patienten mit und ohne audiometrischen Veränderungen.

Tabelle 6 stellt den Versuch dar, eine Antwort zu finden auf die Frage, inwieweit subjektive Beschwerden mit der objektiven Hörminderung zusammenhängen. Es werden Angaben der Patienten mit objektiver Hörverschlechterung den Aussagen derer ohne audiometrische Veränderungen gegenübergestellt. Es zeigt

sich, daß bei den Fällen mit objektivem Hörverlust achtmal so häufig eine subjektive Hörminderung bestand als bei denen ohne audiometrischen Veränderungen. Bei den sonstigen Ohrbeschwerden ist das Verhältnis 5 : 1.

Schalleitungs-schwerhörigkeit in dB	o	1o	2o	25	3o	35	4o	gesamt
Patientenzahl	4o 1oo%	9 1oo%	2 1oo%	2 1oo%	2 1oo%	2 1oo%	1 1oo%	18 1oo%
subjektive symptomfrei	33 82%	2 22%	1 5o%	- -	1 5o%	- -	- -	4 22%
subjektive Symptome vorhanden	7 18%	7 78%	1 5o%	2 1oo%	1 5o%	2 1oo%	1 1oo%	14 78%
subjektiver Hörverlust	4	4	1	1	1	2	-	13
Tinnitus	1	-	-	-	-	-	-	1
Ohrschmerz	3	2	-	1	-	2	1	9
Ohrjucken	-	-	-	-	1	-	-	1
Ohrlaufen	3	2	1	-	1	2	-	9
andere	-	1	-	-	-	-	-	-
gesamt	11	9	2	2	3	6	1	34

Tab. 7: Zusammenhang zwischen den subjektiven Symptomen und dem Grad der nach der Bestrahlung aufgetretenen Schalleitungsschwerhörigkeit.

Tabelle 7 soll zeigen, inwieweit die aufgetretenen subjektiven Symptome mit dem Grad der Schalleitungsschwerhörigkeit zusammenhängen. Patienten, die nicht unter einer Schalleitungsschwerhörigkeit litten, hatten nur siebenmal (18 %) subjektive Symptome vorzuweisen, Patienten mit Schalleitungsschwerhörigkeit dagegen mehr als viermal sooft (78 %). Eine Aussage darüber, ob mit steigender Mittelohrschwerhörigkeit auch die Anzahl der subjektiven Beschwerden steigt, kann wegen der geringen Fallzahl in den einzelnen Gruppen oberhalb von 1o Dezibel Hörverlust nicht beantwortet werden. Faßt man

jedoch diese Gruppe über 1o Dezibel Hörverlust zu einer Gruppe zusammen und stellt sie der Gruppe der 1o Dezibel Hörgeschädigten gegenüber, ergibt sich, daß in beiden Gruppen jeweils 78 % der Patienten über Ohrbeschwerden geklagt haben; dies könnte die Vermutung nahelegen, daß eine Erhöhung der Mittelohrschwerhörigkeit über 1o Dezibel keine Vermehrung der subjektiven Symptome nach sich zieht.

Schallempfindungsschwerhörigkeit in dB	o	1o	15	2o	25	3o	35	4o	5o	gesamt
Patientenzahl	19 1oo%	19 1oo%	4 1oo%	7 1oo%	3 1oo%	1 1oo%	2 1oo%	2 1oo%	1 1oo%	39 1oo%
subjektive symptomfr.	16 48,2%	1o 52,6%	4 1oo%	4 57%	1 33%	1 1oo%	1 5o%	-	-	21 54%
subjektive Symptome vorhanden	3 15,8%	9 47,4%	-	3 43%	2 67%	-	1 5o%	2 1oo%	1 1oo%	18 46%
subjektiv. Hörverlust	1	4	--	2	1	-	1	2	1	11
Tinnitus	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Ohrschmerz	1	3	-	2	-	-	1	2	-	8
Ohrjucken	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Ohrlaufen	1	4	-	-	1	-	-	2	1	8
andere	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
gesamt	3	12	-	5	2	-	2	6	3	3o

Tab. 8: Zusammenhang zwischen den nach der Bestrahlung aufgetretenen subjektiven Symptomen und der Schallempfindungsschwerhörigkeit.

Tabelle 8 untersucht den Zusammenhang zwischen den nach der Bestrahlung aufgetretenen subjektiven Symptomen und dem Grade der Innenohrschwerhörigkeit. Bei Patienten ohne Schallempfindungsschwerhörigkeit kam es in 15,8 % der Fälle zu subjektiven Symptomen, bei denen mit Schallempfindungsschwerhörigkeit dagegen nahezu dreimal sooft (46 %). Der Nachweis, daß die Häufigkeit der subjektiven Symptome mit dem Grade der Schwer-

hörigkeit ansteigt, kann auch bei der Innenohrschwerhörigkeit nicht erbracht werden. Liegt erstmal eine Schwerhörigkeit vor, so treten auch die entsprechenden Symptome auf; diese scheinen sich jedoch bei steigendem Innenohrhörverlust nicht zuvermehren. Bei der Gruppe der 1o Dezibel-Hörgeschädigten hatten 47,4 % subjektive Symptome vorzuweisen, bei den über 1o Dezibel-Hörgeschädigten waren es 47 %. Eine Differenzierung der einzelnen Grade der Schallempfindungsschwerhörigkeit ab 1o Dezibel aufwärts ist ebenso wie bei der Mittelohrschwerhörigkeit wegen der geringen Fallzahlen in diesen Gruppen nicht möglich.

5. Objektive Untersuchungsbefunde am äußeren Ohr und am Mittelohr und ihre Beziehung zu den festgestellten audiometrischen Veränderungen

Bei 39 Patienten (67,3 %) unseres Krankengutes war kein pathologischer Befund an äußerem und Mittelohr festzustellen, dagegen zeigten sich bei 19 (32,7 %) eine oder mehrere Veränderungen (Tabelle 9).

Lokalisation	rechts	links	gesamt
Ohrmuschel	3	-	3
Gehörgang	3	5	8
Trommelfell	4	3	7
Serotympanon	5	6	11
Tube			
gesamt	18	15	33
Patientenzahl mit Veränderung	-	-	19 32,7%
Patientenzahl ohne Veränderung	-	-	39 67,3%

Tab. 9: Untersuchungsbefunde am äußeren Ohr und am Mittelohr unseres in den Jahren 197o bis 1981 bestrahlten Krankengutes.

An der Ohrmuschel fanden wir einmal ein Ekzem und zweimal ein entzündetes Ödem. Die Befunde des Gehörganges waren: viermal eine Otitis externa und Granulationen am Gehörgangsboden, eine Knochennekrose im hinteren Teil des Gehörganges, eine starke Verborkung und eine Gehörgangsatresie je einmal. Wir mußten dreimal eine Trommelfellperforation diagnostizieren, viermal war ein Paukenröhrchen eingesetzt worden. Insgesamt elfmal hatten unsere Patienten ein Serotympanon, bei vieren war die Durchgängigkeit der Tube erschwert.

Den Zusammenhang zwischen objektiven Befunden und der aufgetretenen Schalleitungs- bzw. Schallempfindungsschwerhörigkeit soll Tabelle 1o veranschaulichen. Wie aus Tabelle 9 zu entnehmen ist, sind bei 19 Patienten positive Befunde an äußerem- und Mittelohr festgestellt worden. Von diesen 19 war bei 1o (52,6 %) keine Mittelohrschwerhörigkeit zu diagnostizieren. Die übrigen 9 Fälle verteilen sich nahezu gleichmäßig auf die Gruppen mit Mittelohrhörverlusten zwischen 1o und 5o Dezibel. Bei der Schallempfindungsschwerhörigkeit ist das Verhältnis anders. Nur bei einem Patienten (5,3 %) konnte kein Hörverlust nachgewiesen werden. Bei 18 Fällen (94,7 %) dagegen bestand ein Zuwachs der Innenohrschwerhörigkeit, wobei die Gruppe mit 1o Dezibel Hörverlust mit 52,6 % den größten Anteil hat. Den restlichen Gruppen bis zu 5o Dezibel Hörverlust gehören maximal 2 Patienten an, was für die Beantwortung der Frage nach einem Zusammenhang zwischen erhobenen Befunden (siehe Tabelle 9) und dem Grad der bestehenden Innenohrschwerhörigkeit zu wenig ist. Wohl wird man aber sagen können, daß aus positiven Befunden am äußeren- und am Mittelohr nicht unbedingt auf eine Mittelohrschwerhörigkeit geschlossen werden kann, eine Innenohrschwerhörigkeit dagegen aber wahrscheinlicher ist.

Hörverlust in dB	Schalleitungs-schwerhörigkeit Patientenzahl (n = 19)	Schallempfindungs-schwerhörigkeit Patientenzahl (n = 19)
1o	2 = 1o,5%	1o = 52,6%
15	-	1 = 5,3%
2o	2 = 1o,5%	1 = 5,3%
25	1 = 5,3%	2 = 1o,5%
3o	1 = 5,3%	-
35	2 = 1o,5%	1 = 5,3%
4o	1 = 5,3%	2 = 1o,5%
5o	-	1 = 5,3%
gesamt	9 = 47,4%	18 = 94,7%
Patienten ohne Hörverlust	1o = 52,6%	1 = 5,3%

Tab. 1o: Zusammenhang zwischen Befunden am äußeren Ohr und am Mittelohr und der aufgetretenen Schalleitungs- bzw. Schallempfindungsschwerhörigkeit.

6. Schilderung von vier Sonderfällen

Bevor der Zusammenhang zwischen Alter, Geschlecht, Zeitdauer seit Bestrahlungsende und den Bestrahlungsdaten mit dem Grade der festgestellten Hörminderung untersucht wird, sollen vier Einzelfälle beschrieben werden, deren Aufnahme ins gesamte Patientengut zu einer Ergebnisverzerrung führen würde. Der Krankheitsverlauf dieser vier Fälle wird hier abgehandelt, sie kommen in den folgenden Kapiteln dann nicht mehr in den Tabellen vor.

Fall 1: (Patient Nr. 12). Diagnose: verhornendes Plattenepithelcarcinom der rechten Ohrmuschel mit Hineintragen in den Gehörgang.
Therapie: Ablatio auris und Neck dissection rechts mit anschließender Stehfeldbestrahlung der Tumorre-

gion mit ultraharten Röntgenstrahlen bis 6o Gray und der rechten Halsgefäßscheide bis 5o Gray. Da bei der Stehfeld-Technik nur der Innenohrbereich der bestrahlten Seite im Strahlenfeld liegt und dieser hier mit dem Operationsgebiet zusammenfällt, kann bei Patient Nr. 12 die Innenohrfunktion nicht mehr zuverlässig beurteilt werden.

Fall 2: (Patient Nr. 51). Der Patient litt unter einem adenoid-cystischen Carcinom der rechten Parotis. Nach radikaler Parotidektomie und zweimaliger Reoperation aufgetretener Rezidive erfolgte eine Röntgenreizbestrahlung rechts bis 1o Gray zur Unterdrückung eines Narbenkeloids. Es trat eine stufenweise Hörverschlechterung bis zur völligen Ertaubung des rechten Ohres ein, was weniger der Bestrahlung als vielmehr einem erneuten Tumorwachstum angelastet werden muß.

Fall 3: (Patient Nr. 23). Diagnose: Lymphoepitheliales Carcinom (Schmincke-Tumor) des linken Epi- und Mesopharynx mit Halslymphknotenmetastasen beidseits.
Therapie: laterale Gegenfeldbestrahlung der Tumorregion mit Telekobaltstrahlen bis 5o Gray, einschließlich beider Halsgefäßscheiden. Bis 6 Jahre nach Bestrahlungsende war keine Änderung im Audiogramm festzustellen. Auftreten eines Rezidivtumors. Erneute Gegenfeldbestrahlung der Tumorregion bis 6o Gray. Wieder konnte keine Hörverschlechterung gesehen werden. Die dritte Gegenfeldbestrahlung bis 6o Gray erfolgte 1 Jahr und 7 Monate nach der zweiten. Danach ergaben sich die ersten audiometrischen Veränderungen, und zwar eine Schalleitungsschwerhörigkeit von 1o Dezibel rechts und 2o Dezibel links sowie eine Schallempfindungsschwerhörigkeit von 2o Dezibel rechts und 3o Dezibel links. Wegen weiterem Tumorwachstum mußte 2 Jahre später eine Längspendelbestrahlung des retrobulbären Raumes bis 4o Gray vorgenommen werden, wobei

der rechte Ohrbereich im Gegensatz zu den vorangegangenen drei Gegenfeldbestrahlungen nicht im Strahlenfeld lag. Ein Jahr nach dieser letzten Radiatio konnten folgende audiometrische Befunde erhoben werden: Schalleitungsschwerhörigkeit: rechts 25 Dezibel, links 35 Dezibel; Schallempfindungsschwerhörigkeit: rechts 3o Dezibel, links 4o Dezibel (siehe auch Tabelle 11).

	Radiatio	Strahlenbelastung des Innenohres (Gray)		Hörverlust (dB) Schalleitung		Schallempfindung	
		rechts	links	rechts	links	rechts	links
Patient Nr. 23	erste	5o	5o	-	-	-	-
	zweite	6o	6o	-	-	-	-
	dritte	6o	6o	1o	2o	2o	3o
	vierte	-	4o	25	35	3o	4o
	gesamt	17o	21o	25	35	3o	4o
Patient Nr. 37	erste	56	56	-	-	-	-
	zweite	5o	-	1o	1o	2o	2o
	dritte	4o	4o	25	2o	35	35
	gesamt	146	96	25	2o	35	35

Tab. 11: Untersuchung der audiometrischen Veränderungen bei zwei Patienten, die mehrmals bestrahlt werden mußten.

Fall 4: Diagnose: wenig differenziertes Plattenepithelcarcinom des Epipharynx in der Mittellinie mit Halslymphknotenmetastasen beidseits. Der Junge war zur Zeit der Diagnosestellung erst 11 Jahre alt.
Therapie: laterale Gegenfeldbestrahlung mit ultraharten Röntgenstrahlen bis 56 Gray in Kombination mit einer zytostastischen 5fach-Therapie. Keine audiome-

trischen Veränderungen, jedoch weiteres Tumorwachstum. Deshalb erfolgte eine Stehfeldbestrahlung der rechten Orbita bis 5o Gray und kurz darauf eine laterale Gegenfeldbestrahlung der Schädelbasis bis 4o Gray. Knapp vier Jahre nach Bestrahlungsende bestand eine Schalleitungsschwerhörigkeit von 25 Dezibel rechts und von 2o Dezibel links. Die Innenohrschwerhörigkeit belief sich beidseits auf 35 Dezibel. Im Jahre 1979 wurde bei dem Patienten in der Universitätskinderklinik eine Therapie mit Interferon durchgeführt, er ist seitdem rezidivfrei. Die Übersicht seiner Bestrahlungsdaten und die gefundenen audiometrischen Veränderungen können aus Tabelle 11 ersehen werden, der Patient hat die laufende Nummer 37.

7. Beziehungen des Alters und des Geschlechts zu den aufgetretenen audiometrischen Veränderungen

Nachdem die Patienten mit den laufenden Nummern 12, 23, 37 und 51 ausgeklammert wurden (siehe Seite 35 ff.), verbleiben noch 54 Patienten. Eine Übersicht über Geschlechtsunterschiede und audiometrische Veränderungen gibt Tabelle 12.

Geschlecht	keine audiometrische Veränderung vorhanden	Audiometrische Veränderungen vorhanden	gesamt
weiblich	7 = 35%	19 = 52,7%	26 = 48%
männlich	11 = 65%	17 = 47,3%	28 = 52%
gesamt	18 = 1oo%	36 = 1oo %	54 = 1oo%

Tab. 12: Prozentuale Anteile von Männern und Frauen an den beiden Gruppen mit und ohne audiometrische Veränderungen.

In der Gruppe ohne audiometrische Veränderungen haben die Frauen einen Anteil von 35 %, die Männer einen von 65 %.

Nimmt man Männer und Frauen getrennt, so sind 27 % aller bestrahlten Frauen und 4o % aller bestrahlten Männer ohne audiometrischen Befund. Dies bedeutet, daß wir bei 73 % der Frauen und bei 6o % der Männer eine Hörverschlechterung nach Bestrahlung feststellen mußten (siehe Tabelle 13).

Geschlecht	keine audiometrischen Veränderungen vorhanden	audiometrische Veränderungen vorhanden	gesamt
weiblich	7 = 27 %	19 = 73 %	26 = 1oo%
männlich	11 = 4o %	17 = 6o %	28 = 1oo%
gesamt	18 = 33,3%	36 = 66,7%	54 = 1oo%

Tab. 13: Prozentuale Anteile an den beiden Gruppen mit und ohne audiometrische Veränderungen für Männer und Frauen getrennt.

Die Frage, ob das Alter einen Einfluß auf den Hörverlust nach Bestrahlung hat, kann bei unseren Patienten verneint werden. Das Durchschnittsalter (siehe Tabelle 14) bei Frauen ohne audiometrische Veränderungen lag bei 6o,7 Jahren; die jüngste in dieser Gruppe war 2o, die älteste 77 Jahre alt. Bei Frauen mit Hörverlust war das Durchschnittsalter 64,2 Jahre, die jüngste Patientin war 33, die älteste 87 Jahre alt. Bei den Männern liegt das Durchschnittsalter in der Gruppe ohne Hörverlust sogar um 6 Jahre höher als in der Gruppe mit Hörverlust bei einer Streuung von 52 bis 9o Jahren. Bei der Männergruppe mit audiometrischen Veränderungen gab es eine Streuung von 24 bis 81 Jahren bei einem Durchschnittsalter von 58,8 Jahren. Insgesamt gesehen weichen die gebildeten Einzeldurchschnittszahlen nur unwesentlich vom Gesamtdurchschnittsalter von 61,9 Jahren ab. Unsere jüngeren Patienten hatten ebenso über Veränderungen des Hörvermögens zu klagen wie die älteren auch.

Geschlecht	Durchschnittsalter in Jahren		gesamt
	ohne audiometrische Veränderungen	mit audiometrischen Veränderungen	
weiblich	60,7 Jahre	64,2 Jahre	62,5 Jahre
männlich	65,0 Jahre	58,8 Jahre	61,4 Jahre
gesamt	62,9 Jahre	61,7 Jahre	61,9 Jahre

Tab. 14: Durchschnittsalter der bestrahlten Männer und Frauen getrennt in die Gruppen mit und ohne audiometrische Veränderungen.

8. Zusammenhang zwischen der Zeit, die seit Bestrahlungsende vergangen ist, und den audiometrischen Veränderungen

Aus Tabelle 15 geht hervor, daß die Zeit, die seit dem Bestrahlungsende vergangen ist, schon eine Rolle bei den audiometrischen Veränderungen spielt. In der Gruppe bis 6 Monaten sind noch 57 % ohne Hörverlust, in der Gruppe bis zu 1 Jahr nur noch 33,3 % und in den Gruppen über einem Jahr sinken die Anteile weiter. Bei der Mittelohrschwerhörigkeit weichen die Prozentzahlen der einzelnen Gruppen nicht nennenswert voneinander ab, die Beeinträchtigung der Schalleitung kommt in den Gruppen bis zu 6 Monaten und bis zu einem Jahr genauso vor wie zum Beispiel bei der Gruppe bis zu 6 Jahren. Die Aussage, daß eine Schalleitungsschwerhörigkeit nach Bestrahlung nur vorübergehender Natur ist und sich in den meisten Fällen nahezu vollständig zurückbildet, können wir mit den Ergebnissen an unserem Krankengut nicht beweisen. Eindeutiger sind die Verhältnisse bei der Innenohrschwerhörigkeit. Bei der Gruppe bis 6 Monaten liegt der Anteil bei 31,4 %, der sich bei der Gruppe bis zu einem Jahr verdoppelt und mit kleinen Nivellierungen von Gruppe zu Gruppe weiter ansteigt. Der durchschnittliche Prozentsatz der Gruppe von 2 Jahren an aufwärts beträgt 82,2 %; das be-

Zeit nach Bestrahlungsende	bis 6 Monate	bis 1 Jahr	bis 2 Jahre	bis 3 Jahre	bis 4 Jahre	bis 5 Jahre	bis 6 Jahre	bis 8 - 11 Jahre
gesamt	14 100%	12 100%	5 100%	4 100%	5 100%	4 100%	6 100%	4 100%
keine Schwerhörigkeit	8 57%	4 33,3%	1 20%	1 25%	1 20%	- 	1 16,7%	1 25%
Mittelohrschwerhörigkeit	5 31,4%	4 33,3%	1 20%	-	1 20%	2 50%	2 33,3%	-
rechts	3	1	1	-	-	-	1	-
links	1	2	-	-	-	1	-	-
beidseits	1	1	-	-	1	1	1	-
Innenohrschwerhörigkeit	5 31,4%	8 66,7%	4 80%	3 75%	4 80%	4 100%	5 83,3%	3 75%
rechts	2	3	2	1	2	1	2	1
links	2	1	-	1	2	1	2	-
beidseits	1	4	2	1	-	2	1	2
kombinierte Mittelohr-Innenohrschwerhörigkeit	4 28,5%	4 33,3%	1 20%	-	1 20%	2 50%	2 33,3%	-

Tab. 15: Zusammenhang zwischen der Zeit, die seit dem Bestrahlungsende vergangen ist, und den audiometrischen Veränderungen.

deutet, daß nur ein Fünftel dieser Patienten keine Innenohrschäden davongetragen hat, während es bei der Gruppe bis zu 6 Monaten noch zwei Drittel waren.

Bei der kombinierten Schalleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeit unterscheiden sich die Gruppen untereinander nur unwesentlich, obwohl man eigentlich ein Absinken der Anteile der Gruppen von 2 Jahren an aufwärts erwarten sollte; diese Gruppen weisen einen durchschnittlichen Prozentsatz von 24,6 % aus, nur 4 % weniger als die Gruppe bis zu 6 Monaten.

Inwieweit sich der Grad der Innenohrschwerhörigkeit mit zunehmender Zeit verändert, versucht Tabelle 16 zu veranschaulichen. Dazu ist es notwendig, bei Patienten, die eine laterale Gegenfeldbestrahlung erhielten oder beidseitig bestrahlt wurden, beide Innenohren in die Wertung zu nehmen, was die absoluten Zahlen in den einzelnen Gruppen vergrößert. Das Ergebnis, das wir erhielten kann die These, daß die Innenohrschäden umso größer sind je länger das Bestrahlungsende zurückliegt, nicht stützen. Sicherlich kann nur glaubhaft auf diese Meinung geantwortet werden, wenn man mehrere Patienten über 1o Jahre ständig auf einen Innenohrschaden untersucht hat, denn selbst nach einer solch langen Zeit können noch Spätschäden auftreten. Bei unserem Patientengut liegt der durchschnittliche Hörverlust mit 23 Dezibel bei der Gruppe nach 6 Monaten am höchsten von allen, gefolgt von den Gruppen bis zu 6 Jahren und bis zu 5 Jahren mit 19 bzw. 18 Dezibel. Den niedersten Wert weist die Gruppe bis zu drei Jahren mit 11 Dezibel aus, die Gruppen bis zu 2 -, 4 - und 8 - 11 Jahren haben einen durchschnittlichen Hörverlust von 14 Dezibel. Die höchste Innenohrschädigung lag bei 5o Dezibel, die geringste und auch häufigste bei 1o Dezibel. Bei 13 Patienten mußten beide Ohren gewertet werden, wovon bei 1o beide Ohren denselben Hörverlust hatten. Bei den drei anderen Fällen trat eine Differenz der beiden Ohren von 1o bis 2o Dezibel auf.

Zeit nach Bestrahlungsende in Jahren	o,5	1	2	3	4	5	6	8 - 11
Patientenzahl	5	8	4	3	4	4	5	3
Zahl der Ohren	6	12	6	4	4	6	6	5
Durchschnittlicher Innenohr-Hörverlust in dB	23	16	14	11	14	18	19	14
Niederster Wert in dB	1o	1o	1o	1o	1o	1o	1o	1o
höchster Wert in dB	4o	5o	2o	15	2o	35	25	2o

Tab. 16: Abhängigkeit des Grades der Innenohrschwerhörigkeit von der Zeitdauer seit Bestrahlungsende.

9. Abhängigkeit des objektiven Schallempfindungshörverlustes von der Art der angewandten Strahlung

Um in etwa gleiche Bedingungen für alle angewandten Strahlenarten zu schaffen, wurden nur die Fälle herausgegriffen, bei denen die Innenohrbelastung bei 6o Gray lag, einer Herddosis,

Strahlenart	ultraharte Rö-Stranlen	schnelle Elektronen	Tele-kobalt	gesamt
Patienten-zahl	19	4	4	27
Zahl der betroffenen Ohren	27 1oo %	4 1oo%	6 1oo %	37 1oo %
keine Innenohrveränderungen	13 48,2%	2 5o%	4 66,7%	19 51,4%
mit Innenohrveränderungen gesamt	14 51,8%	2 5o%	2 33,3%	18 48,6%
bis 1o dB	11 4o,8%	1 25%	-	12 32,4%
bis 2o dB	2 7,4%	-	2 33,3%	4 1o,8%
über 2o dB	1 3,6%	1 25%	-	2 5,4%
Niederster Wert in dB	1o	1o	1o	-
Höchster Wert in dB	25	35	2o	-
Durchschnittshörverlust a) aller Patienten	6,3	11,3	6,7	-
b) derer mit Hörverlust	12,1	22,5	2o,o	-

Tab. 17: Abhängigkeit der Innenohrschwerhörigkeit von der angewendeten Strahlenart.

die bei unseren Patienten üblicherweise angewendet wird. Unter diesem Kriterium blieben uns 27 Patienten, entsprechend 37 Innenohrbereiche zur Wertung übrig. Die Gruppen der schnellen Elektronen und der Telekobaltstrahlen sind im Vergleich zur Gruppe der ultraharten Röntgenstrahlen zu klein, um ernsthafte Wertungen zu versuchen. Bei den Anteilen der Patienten ohne Hörverlust ist der Prozentsatz der ultraharten Röntgenstrahlung und der schnellen Elektronen geringer als derjenige der Telekobalttherapie; vergleichbar höher sind folglich die Anteile bei den Innenohrveränderungen. Anders dagegen sieht es beim durchschnittlichen Hörverlust aus. Hier schneiden die ultraharten Röntgenstrahlen mit 6,3 Dezibel am besten ab. Wenn es die geringe Fallzahl und die kleinen Gruppen, die schnelle Elektronen und Telekobaltstrahlen bilden, auch nicht zulassen, so sprechen doch die überwiegende Anwendung der ultraharten Bremsstrahlung im Medizinischen Strahleninstitut Tübingen und andere Universitätsstrahlenkliniken für ihre guten Eigenschaften. Wegen ihrer Vorteile, wie der sehr hohen relativen Tiefendosis und der Entlastung sowohl der Haut als auch des Subcutangewebes, haben sie sich gegenüber anderen Strahlenarten durchsetzen können. Insgesamt kamen die Bremsstrahlung bei 45 Patienten (77,5 %) zur Anwendung, nahezu viermal sooft wie die anderen Strahlenarten zusammen.

1o. Einfluß der Bestrahlungstechnik auf die Innenohrschädigung

Die Tabellen 18, 19 und 2o sollen Aufschluß darüber geben, inwieweit Innenohrschädigungen von der angewandten Bestrahlungstechnik abhängen. Die Patienten mit den Nummern 1 und 3 können nicht gewertet werden, da sie mit zwei Bestrahlungstechniken gleichzeitig behandelt wurden, und wir deshalb nicht wissen, welche Technik für welchen Grad der Schallempfindungsschwerhörigkeit verantwortlich ist. Somit können 52 Patienten ausgewertet werden. Da bei der lateralen Gegenfeldbestrahlung auch das andere Ohr im Strahlenfeld liegt

Tab. 18: Einfluß der Bestrahlungstechnik auf die Innenohrschädigung bei einer Herddosis von 6o Gray.

Bestrahlungstechnik	Gegenfeldbestrahlung		Längspendelbestrahlung	Stehfeldbestrahlung	gesamt
	ventrodorsal	lateral			
Patientenzahl	4	9	8	8	29
Im Strahlenfeld gelegene Innenohrbereiche	4 1oo%	18 1oo %	9 1oo %	8 1oo %	39 1oo %
kein Hörverlust	-	12 66,7%	4 44,4%	3 37,5%	19 48,7%
Hörverlust vorhanden	4 1oo%	6 33,3%	5 55,6%	5 62,5%	2o 51,3%
gesamt					
bis 1o dB	2 5o%	2 11,1%	4 44,4%	3 37,5%	11 28,2%
bis 2o dB	1 25%	4 22,2%	1 11,1%	1 12,5%	7 17,9%
über 2o dB	1 25%	-	-	1 12,5%	2 5,2%
Durchschnittl. Hörverlust(dB)	16,3	5,6	6,1	1o	9,5
niederster Wert	1o	1o	1o	1o	1o
höchster Wert	25	2o	15	35	35

Bestrahlungs-technik	Gegenfeld-bestrahlung ventro-dorsal	Gegenfeld-bestrahlung late-ral	Längspendel-bestrahlung	Stehfeld-bestrahlung	gesamt
Patientenzahl	2	9	1	-	12
Im Strahlenfeld gelegene Innen-ohrbereiche	2 100%	18 100 %	1 100%	-	21 100 %
kein Hörverlust	-	2 11,1%	1 100%	-	3 14,3%
Hörverlust vorhanden	2 100%	16 88,9%	-	-	18 85,7%
gesamt					
bis 10 dB	-	8 44,5%	-	-	8 38,1%
bis 20 dB	-	3 16,7%	-	-	3 14,3%
über 20 dB	2 100%	5 27,7%	-	-	7 33,3%
Durchschnittl. Hörverlust(dB)	32,5	16,7	-	-	12,3
niederster Wert	10	10	-	-	10
höchster Wert	40	50	-	-	50

Tab. 19: Einfluß der Bestrahlungstechnik auf die Innenohr-schädigung bei einer Herddosis von über 60 Gray.

und der Patient mit der Nummer 46 einer beidseitigen Längspendelradiatio ausgesetzt wurde, ergibt dies 73 Innenohrbereiche. Die am häufigsten verwendete Gesamtstrahlendosis beträgt 60 Gray. 39 Innenohren wurden so behandelt. Die ventrodorsale Gegenfeldtherapie hatte dabei die ungünstigsten Ergebnisse, sowohl was den Anteil am Hörverlust als auch den durchschnittlichen Hörverlust in Dezibel betrifft (Tabelle 18). Am besten schneidet die laterale Gegenfeldbehandlung ab, die nur in einem Drittel seiner Fälle einen Hörverlust verursacht hat, bei einer durchschnittlichen Verschlechterung der Schallempfindung von 5,6 Dezibel. Längspendel- und Stehfeldbestrahlung erzeugten bei mehr als der Hälfte ihrer Anteile am Krankengut Innenohrveränderungen, der durchschnittliche Hörverlust lag bei 6,1 bzw. 1o Dezibel.

Tabelle 19 untersucht die Veränderungen bei einer Gesamtstrahlendosis von mehr als 6o Gray. Die Stehfeldbestrahlung hat keinen, die Längspendelbestrahlung nur einen Patienten, der eine so hohe Dosis verabreicht bekam. Daß dieser eine Patient ohne Hörverlust blieb, mag zufällig sein, in eine Diskussion kann man diesen Einzelwert jedoch nicht einbringen. Dies gilt in nahezu demselben Maße für die ventrodorsale Gegenfeldbehandlung, die bei nur 2 Fällen allerdings mit 32,5 Dezibel einen hohen durchschnittlichen Hörverlust verzeichnen muß. Am ehesten läßt sich noch mit der Gruppe der lateralen Gegenfeldbestrahlung arbeiten. In ihr können 18 Innenohrbereiche gewertet werden, von denen 16 (88,9 %) eine Hörverschlechterung entwickelten, die Hälfte davon allerdings nur bis 1o Dezibel, was zu einem durchschnittlichen Hörverlust von 16,7 Dezibel führte. Vergleicht man die Prozentzahlen dieser Gruppe von Tabelle 18 und 19, könnte man vermuten, daß eine Erhöhung der Strahlendosis über 6o Gray eine nennenswerte Verschlechterung der Schallempfindung verursacht.

Der Vollständigkeit halber sind die Patienten, die eine Gesamtdosis von weniger als 6o Gray verordnet bekamen, in Tabelle 2o aufgeführt. Da die größte Gruppe nur 4 Innenohren

Bestrahlungs-technik	Gegenfeld-bestrahlung		Längspendel-bestrahlung	Stehfeld-bestrahlung	gesamt
	ventro-dorsal	late-ral			
Patientenzahl	2	2	4	3	11
Im Strahlenfeld gelegene Innen-ohrbereiche	2 100%	4 100%	4 100%	3 100 %	13 100 %
kein Hörverlust	-	1 25%	2 50%	2 66,7%	5 38,5%
Hörverlust vorhanden	2 100%	3 75%	2 50%	1 33,3%	8 61,5%
gesamt					
bis 10 dB	2 100%	3 75%	-	1 33,3%	6 46,1%
bis 20 dB	-	-	- 50%	-	2 15,4%
über 20 dB	-	-	-	-	-
Durchschnittl. Hörverlust(dB)	10	7,5	9	3,3	7,7
niederster Wert	10	10	15	10	10
höchster Wert	10	10	20	10	20

Tab. 20: Einfluß der Bestrahlungstechnik auf die Innenohrschädigung bei einer Herddosis von weniger als 60 Gray.

beinhaltet, wäre jede Wertung oder vergleichende Betrachtung sinnlos.

11. Das Verhältnis der Strahlendosis am Innenohr zur aufgetretenen Schallempfindungsschwerhörigkeit

Die Patienten mit den Nummern 1 und 3 können für diese abschließende Fragestellung wieder gewertet werden; damit ist die Zahl der zu untersuchenden Innenohrbereiche auf 77 gestiegen. Tabelle 21 gibt einen Überblick. Es wurden 5 Gruppen gebildet entsprechend der Höhe der Herddosis am Innenohr. Man kann deutlich erkennen, daß der Anteil der Ohren mit Hörverlust bei wachsender Gesamtdosis ansteigt. Einschränkend muß man jedoch sagen, daß die Gruppen I und V mit je zwei Innenohrbereichen sehr klein sind. Analog dem prozentualen Hörverlust kann man auch beim durchschnittlichen Hörverlust eine steigende Tendenz von Gruppe I nach Gruppe V beobachten. Dabei fällt besonders auf, daß der kontinuierliche Anstieg von Gruppe I bis III bei Überschreiten der 6o Gray-Herddosis in eine steile Erhöhung übergeht. Um diesen Bezug noch deutlicher darzustellen, sind in Tabelle 22 die Gruppen bis 6o Gray und diejenigen über 6o Gray Gesamtdosis in zwei größeren Blöcken zusammengefaßt und vergleichend einander gegenübergestellt. Block A bis 6o Gray Herddodis hat einen 3,5mal so großen Bruchteil bei den Ohren ohne Hörverlust als Block B mit einer Gesamtdosis von über 6o Gray. Wenn man die einzelnen Hörverlustgrade betrachtet, fällt auf, daß der Block B einen mehr als doppelt so großen Prozentsatz bei den Hörverlustgraden ab 1o Dezibel aufwärts innehat als Block A; dieses Verhältnis spiegelt sich dann auch im Vergleich der beiden durchschnittlichen Hörverlustwerte von 17,o zu 7,1 Dezibel wider.

Tab. 21: Innenohrhörverlust in Abhängigkeit von der Strahlenbelastung.

Gesamtdosis am Innenohr in Gray	Gruppe I 15 - 2o	Gruppe II 4o - 5o	Gruppe III 51 - 6o	Gruppe IV 61 - 7o	Gruppe V bis 12o
Zahl der Ohren	2 1oo %	1o 1oo%	42 1oo %	21 1oo %	2 1oo%
ohne Hörverlust	1	4	2o	3	-
mit Hörverlust	1	6	22	18	2
gesamt	5o%	6o%	53,8%	86 %	1oo%
bis 1o dB	1 5o%	4 4o%	12 28,6%	8 38,4%	1 5o%
bis 2o dB	-	2 2o%	8 2o,4%	4 19,2%	1 5o%
bis 3o dB	-	-	1 2,4%	4 19,2%	1 5o%
über 3o dB	-	-	1 2,4%	2 3,2%	-
durchschnittl. Hörverlust (dB)	5	7,5	7,7	16,9	17,5
Streuung (dB)	keine	1o - 2o	1o - 36	1o - 5o	1o - 25

Gesamtdosis am Innenohr in Gray	B L O C K A	B L O C K B	Verhältnis A : B
	bis zu 6o Gray	über 6o Gray	
kein Hörverlust	44,4%	13 %	3,5 : 1
mit Hörverlust gesamt	55,6%	87 %	1 : 1,6
bis 1o dB	33,3%	39 %	1 : 1,1
über 1o dB	22,3%	48 %	1 : 2,2
durchschnittlich Hörverlust in dB	7,1	17,o	1 : 2,4
Streuung in dB	1o - 35	1o - 5o	-

Tab. 22: Gegenüberstellung der beiden Blöcke bis 6o Gray und über 6o Gray Herddosis und ihre Wirkung auf das Innenohr

B. Diskussion der Ergebnisse

In der Hals-Nasen-Ohrenklinik untersuchten wir 58 Patienten, die wegen eines Malignoms im Kopfbereich im Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen bestrahlt wurden. Von den 77 Ohren, die im Strahlenfeld lagen, verzeichneten 67 % audiometrische Veränderungen.

Bei einem Drittel unserer Patienten verschlechterte sich die Schalleitungsfähigkeit bis zu 4o Dezibel; der Hörverlust belief sich auf durchschnittlich 18 dB und begann bei einer Gesamtstrahlendosis von 2o Gray. Die Mittelohrschwerhörigkeit war auch nach Jahren noch nachzuweisen und bildete sich nur in 2 Fällen wieder zurück, obwohl dies aus der klinischen Erfahrung von WESTERNHAGEN und SCHÄTZLE (1969) eigentlich die Regel sein müßte.

Eine kombinierte Schalleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeit trat bei 3o % unseres Krankengutes auf, eine Innenohrschwerhörigkeit bei insgesamt 67 %. Der Innenohrhörverlust begann bei 4o Gray und betrug im Durchschnitt 18 Dezibel. DIAS stellte 1966 an 29 Patienten kombinierte Schalleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeiten mit einem Hörverlust des Innenohres bis zu 8o Dezibel fest, gibt jedoch keinen Durchschnittswert an. BORSANYI und Mitarbeiter mußten 1961 bei 14 Patienten Innenohrschwerhörigkeiten bis ebenfalls 8o Dezibel feststellen, betonen aber, daß der Hörverlust von Patient zu Patient variiert.

Jeder dritte zeigte im Audiogramm, verglichen zum Befund vor Bestrahlungsbeginn, keine Veränderung, was die Aussage von BORSANYI und Mitarbeiter über die individuelle Variation unterstreicht.

Subjektive Beschwerden traten bei Patienten mit audiometrischen Veränderungen sechsmal so häufig auf als bei denen ohne Hörverlust. Hier scheint ein Zusammenhang zwischen dem Befin-

den des Patienten und den audiologischen Befunden zu bestehen.

Positive Untersuchungsbefunde an Ohrmuschel, Gehörgang, Trommelfell und Tube lassen, wenn überhaupt, eher auf eine Innenohr- als auf eine Mittelohrschwerhörigkeit schließen. Wie ARTHUR 1976, so mußten auch wir 2 knöcherne Nekrosen am äußeren Gehörgang beobachten. Auch GAMBLE und Mitarbeiter berichten 1968 über einen Fall mit Corticalisnekrose in der Gegend der Bestrahlung.

In unserer Gruppe der Nichtstrahlengeschädigten sind keineswegs nur jüngere Patienten vertreten, ihr Gesamtdurchschnittsalter liegt sogar um ein Jahr höher als das Gesamtdurchschnittsalter. Die Erfahrungen von WESTERNHAGEN und SCHÄTZLE (1969), daß jüngere Patienten meist resistenter gegen Strahleneinflüsse seien, finden in unserem Krankengut keine Bestätigung. Beziehungen vom Geschlecht zu den aufgetretenen Hörverlusten konnten wir nicht erkennen, obwohl eine individuelle Komponente bei der Strahlenverträglichkeit berücksichtigt werden muß (DIAS 1966, BORSANYI et al. 1961).

Eine bedeutende Rolle für Gewebe und Organschäden spielt die Zeitdauer seit Bestrahlungsende. Die Veränderungen sind umso augenfälliger, je länger die Behandlung zurückliegt (GAMBLE et al. 1969). Bemerkenswerte Hörverluste sind in der Regel erst von 2 Jahren an aufwärts zu beobachten; selbst nach 11 Jahren können noch Schäden auftreten (BALLANTYNE 1975). LEACH vertritt die Ansicht, daß auch schon nach Monaten ein größerer Hörverlust möglich ist. Die Schädigungen zeigen eine Tendenz zur Verschlechterung. So beschreiben sowohl BALLANTYNE et al. (1975) als auch LEACH (1965) Patienten, die nach Bestrahlung in einem Zeitraum bis zu 2o Jahren ertaubt sind. Bei unserem Krankengut waren sechs Monate nach Bestrahlungsende noch mehr als die Hälfte ohne Hörverlust, sechs Jahre nach Bestrahlungsende nur noch ein Sechstel.

Wegen der hohen relativen Tiefendosis unter Schonung der Haut und des Subcutangewebes setzen sich die ultraharten Röntgen- oder Bremsstrahlen immer mehr durch (WANNENMACHER 1976). Unsere Kranken wurden in 80 % der Fälle damit bestrahlt. Aber auch die Elektronenstrahlen und die Telekobalttherapie werden noch verwendet (VOSS et al. 1979). Einen Unterschied der Strahlenarten betreffs der Wirkung auf das Innenohr konnten wir nicht feststellen, die fast ausschließliche Verwendung der ultraharten Röntgenstrahlung sollte jedoch für sich sprechen.

Ventrodorsale Gegenfeldtherapie, laterale Gegenfeldtherapie, Stehfeld- und Längspendelbestrahlung sind die vom Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen angewendeten Bestrahlungstechniken. Der überwiegende Teil unserer Patienten wurde mit der Gegenfeldtherapie behandelt, während mit der Stehfeldbestrahlung in den letzten Jahren immer weniger gearbeitet wurde. Die Längspendelbestrahlung wird sich weiterhin durchsetzen; ihre Vorzüge liegen in der geringen Belastung von Haut- und Unterhautbindegewebe, einer homogenen Dosisverteilung im Zielvolumen, einer weitgehenden Schonung der im Bestrahlungsfeld liegenden gesunden Organe und eines sehr guten kosmetischen Ergebnisses im Gesichtsschädelbereich (VOSS et al. 1979).

Beachtliche Unterschiede in der Wirkung aufs Innenohr konnten wir bei der Strahlengesamtdosis beobachten. Der durchschnittliche Hörverlust der mit einer Gesamtdosis von über 60 Gray bestrahlten Patienten liegt etwa dreimal so hoch als der Hörverlust der Patienten mit einer Gesamtdosis von 60 Gray und darunter. Dieses Ergebnis geht mit der Meinung der Schulmedizin konform, wonach bei Gesamtbestrahlungsdosen von mehr als 60 Gray mit ernsthaften Schädigungen des Organismus zu rechnen ist.

Die meisten Ärzte betrachten die Mitbestrahlung des Mittel- und Innenohres als relativ harmlos (GAMBLE et al. 1968).

Dies ist sicher nur dann richtig, wenn man die schwerwiegende Prognose bedenkt, die in den meisten Fällen, in denen Radiotherapie indiziert ist, besteht. Allein hier kann der Hörverlust als kleiner Preis bezeichnet werden, der für die Heilung oder wesentliche Linderung einer Krankheit bezahlt werden muß.

Nach WHITE (1976) bedarf es einer Verbesserung der Strahlentherapie in Richtung auf die Größe und Fortdauer der frühen Parenchymzellschädigungen, der Verminderung der Heftigkeit der frühen microvasculären Veränderungen, der Begrenzung der progressiven vasculären Sklerosierung und der Verringerung der reaktiven Fibrose. Obwohl bisher über Labyrinthschäden nach Bestrahlung wenig bekannt ist, wird im Medizinischen Strahleninstitut und der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Tübingen versucht, das Innenohr außerhalb des Strahlenfeldes zu halten. Sollte es jedoch für eine effektive Tumortherapie unabdingbar sein, so wird nicht gezögert, auch die Gegend des Labyrinthes zu bestrahlen, da hierbei der Nutzen die möglichen Komplikationen bei weitem überwiegt.

V. Zusammenfassung

Bei 58 Patienten, die wegen eines malignen Tumors im Kopfbereich bestrahlt wurden, erfolgte die Auswertung der Behandlungsunterlagen hinsichtlich von Innenohrveränderungen nach der Bestrahlung. Die Auswertung wurde unter folgenden Gesichtspunkten vorgenommen:

1. Zusammenhang von subjektiven Beschwerden und Innenohrveränderungen.

2. Beziehungen von objektiven Untersuchungsbefunden an äußerem Ohr und Mittelohr zu audiometrischen Veränderungen.

3. Einfluß von Alter und Geschlecht sowie der Zeitdauer nach Bestrahlungsende auf die Innenohrschwerhörigkeit.

4. Verknüpfung des Hörverlustes mit den Strahlendaten: Strahlenart, Bestrahlungstechnik und Strahlendosis am Innenohr.

Vier Patienten wurden wegen ihrer außergewöhnlichen Krankheitsverläufe in einem eigenen Kapitel zusammengefaßt, so daß die folgenden Ergebnisse aus 54 Krankenunterlagen entsprechend 77 Innenohrbereichen erarbeitet wurden:

Die Schalleitungsfähigkeit verschlechterte sich bei einem Drittel unserer Patienten bis zu einem Höchstwert von 4o Dezibel, betrug durchschnittlich 18 Dezibel und begann bei einer Gesamtdosis von 2o Gray. Bis auf zwei hatten alle diese Patienten auch eine Schallempfindungsschwerhörigkeit entwickelt, deren Anteil an unserem Krankengut bei 67 % liegt. Das Innenohrhörvermögen begann, sich bei einer Gesamtdosis von 4o Gray bis zu 5o Dezibel zu verschlechtern und wies einen durchschnittlichen Hörverlust von 18 Dezibel auf.

Jeder dritte war ohne audiometrische Veränderungen geblieben.

Die subjektiven Beschwerden scheinen mit dem Hörverlust zusammenzuhängen, da Patienten mit positiver Audiometrie sechsmal sooft über Symptome klagten als die übrigen.

Objektive Untersuchungsbefunde an Ohrmuschel, Gehörgang, Trommelfell und Tube lassen weniger auf eine Mittelohrschwerhörigkeit als vielmehr auf eine Innenohrschwerhörigkeit schließen, da 94 % der Innenohrschwerhörigen und nur 48 % der Mittelohrschwerhörigen Veränderungen an den obigen Strukturen hatten.

Das Alter hatte bei unseren Untersuchungen keinen Einfluß auf die Strahlenverträglichkeit, das Durchschnittsalter der Fälle ohne Hörschäden lag sogar um 1 Jahr höher als das der Hörgeschädigten. Beziehungen der Gesamtstrahlendosis zum Geschlecht konnten wir nicht nachweisen.

Ein enorm wichtiger Faktor bei der Beurteilung von Strahlenschäden am Innenohr ist die Zeitdauer, die seit Bestrahlungsbeginn vergangen ist. Sechs Monate nach Bestrahlungsende waren noch über die Hälfte unserer Patienten ohne Hörverlust; nach sechs Jahren war nur noch ein Sechstel ohne Befund.

Beziehungen zwischen den verwendeten Strahlenarten zum Grad der Hörschädigung können bei unserem Krankengut nicht geknüpft werden, da fast ausschließlich ultraharte Bremsstrahlung verwendet wurde und deshalb die Gruppen der beiden anderen Strahlenarten für sinnvolle Vergleiche zu klein sind. Die Bestrahlungstechniken dorsoventrale und seitliche Gegenfeldbestrahlung, Stehfeldbestrahlung und Längspendelbestrahlung unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf das Innenohr nicht.

Erhebliche Divergenzen im Bezug auf eine Innenohrschädigung konnten wir bei den Gruppen mit unterschiedlicher Strahlengesamtdosis erkennen. Der durchschnittliche Grad der Hörminderung lag bei den mit einer Dosis von insgesamt über 6o Gray

behandelten etwa dreimal so hoch als bei den anderen Patienten.

Die Frage, ob ionisierende Strahlen neben anderen Schäden auch Innenohrveränderungen verursachen, wird man sicherlich bejahen müssen. In der sicheren Erfassung des Tumorgeschehens, in der sinnvollen Kombination mit der Chemotherapie oder später vielleicht der Immuntherapie und in der Optimierung der radiologischen Gerätschaften liegen daher die Grundvoraussetzungen, die eine Verminderung der Nebenwirkungen und eine Verbesserung der Heilergebnisse durch eine Strahlentherapie erwarten lassen.

VI. Literaturverzeichnis

ARTHUR, K.J.: Radiotherapy in carcinoma of the middle ear and auditory canal.
J. Laryngol. Otol. 9o (8), 753 - 762 (1976)

BALLANTYNE, A.J.: Late sequelae of radiation therapy in cancer of the head and neck with particular reference to the nasopharynx.
Amer. J. Surg. 13o, 433 - 436 (1975)

BERBERICH, J.: Radium-Röntgenschädigung des Trommelfells.
Folia otolaryngica orient. 2 (3-4), 323 - 324 (1936)
Zitat nach KELEMEN (1963)

BERG, N.L., LINDGREN, M.: Dose factors and morphology of delayed radiation lesions of the internal an middle ear in rabitts.
Acta radiol. 56, 3o5 - 319 (1961)

BLOCK, E.: Röntgenschädigung des Schläfenbeins.
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde 3 (2), 45 - 46 (1952)

BORSANYI, S, BLANCHARD, C., THORNE, B.: The effects of ionizing radiation on the ear.
Ann. Otol. (St. Louis) 7o, 255 - 262 (1961)

DIAS, A.: Effects of the hearing of patients treated by irradiation in the head and neck area.
J. Laryng. 8o, 276 - 287 (1966)

DIMITRIEVICH, G.S., HAUSLADEN, S.L., KUCHNIR, F.T., GRIEM, M.L.: Radiation damage and subendothelial repair to rabitt ear chamber microvasculature: An in vivo and histologic study.
Radiation Res. 69, 276 - 292 (1977)

DISHOECK VAN, H.A.E.: Presbyakusis.
In: J. BERENDES, R. LINK, F. ZÖLLNER: Hals-Nasen-Ohr enheilkunde Handbuch III, 1744 - 1763 (1966)

FILATOV, I.V., KULYATSEVA, Z.S., KRAVCHUK, A.N.: The effect of ionizing radiation on the auditory function.
Vestn. ORL (Moskau) Nr. 3, 38 - 4o (1975)

GAMBLE, J.E., PETERSON, E.A., CHANDLER, J.R.: Radiation effects on the inner ear.
Arch. otolaryng. (Chikago) 88, 156 - 161 (1968)

GIRDEN, E., CULLER, E.: Auditory effects of Roentgen-rays in dogs.
Am. J. Roentgenol. 3o (2) 215 - 22o (1933)
Am. J. Roentgenol. 32 (5) 675 - 679 (1934)
Zitate nach KELEMEN (1963)

GLOCKNER, R., MACHERAUCH, E.: Röntgen- und Kernphysik für Mediziner und Biophysiker.
Thieme Stuttgart 1971

GYORKEY, J., POLLOCK, F.J.: Radiation necrosis of the ossicles.
Arch. otolaryngol. 71 (5), 793 - 796 (196o)

HINCHCLIFFE, R.: The threshold of hearing as a function of age.
Acustica 9, 3o3 - 3o7 (1959)

HUG, O.: Moderne strahlenbiologische Aspekte der Tumortherapie.
Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 2o5, 37 - 43 (1973)

IVANOV, M.I.: Changes in the internal ear of animals following x-ray irradiation.
Vestn. ORL 2o (5), 78 - 83 (1957)

KANENKO, I.: Effect of x-ray irradiation on the capillaries.
Nippon Acta radiol. 36, 425 - 432 (1976)

KELEMEN, G.: Radiation and ear. Experimental studies.
Acta otolaryng. Suppl. 184, 1 - 48 (1963)

LEACH, W.: Irradiation of the ear.
J. Laryng. 79, 87o - 88o (1965)

LEDERMANN, M.: The malignant tumours of the ear.
J. Laryng. 79, 85 - 119 (1965)

LEDERMANN, M., BUSBY, E.R., MOULD, R.F.: The treatment of tumours of the upper jaw.
Brit. J. Radiol. 42, 561 - 581 (1969)

MOSKOVSKAJA, N.V.: Der Einfluß der ionisierenden Strahlen auf die Funktion der vestibulären Sinnesendstellen.
Vestn. Oto-rino-laring. 4, 59 - 62 (1959)
Zitat nach WESTERNHAGEN (1969)

MOSS, W.T., BRAND, W.N., BATTIFORA, H.: Radiation Oncology.
4th ed. Mosby St. Louis 1973
Zitat nach VOSS (1979)

MURPHY, J.E., HARRIS, J.D.: Negligible effects of x-radiation of the head upon hearing in the rat.
J. Aud. Res. 1 (2), 117 - 132 (1961)

NOVOTNY, O.: Sull'azione dei raggi x sulla chiocciola della cavia.
Arch. Ital. Otol. Rhinol. Laringol. 62 (1), 15 - 19 (1951)
Zitat nach KELEMEN (1963)

OESER, H., SCHLUNGBAUM, W.: Nase und Nasennebenhöhlen.
In: ZUPPINGER, A., KROKOWSKI, E.: Handbuch der medizinischen Radiologie Band XIX (1), 298 - 356, Springer Heidelberg-New York 1976

SCHWAB, W., ZUM WINKEL, K.: Möglichkeiten der Strahlen-Therapie in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde.
Thieme Stuttgart 1975

TASSEV, T.: Altération del'ouie sous l'action de la foundre.
J. franc. ORL 23, 815 - 816 (1974)

THIELEMANN, M.: Experimentelle Röntgenschädigung des Ohres.
Fortschr. a.d.Geb. d. Röntgenstr. 37 (4),563 - 564 (1928)
Zitat nach KELEMEN (1963)

VOSS, A.-C., JUNKER, A., SAILER, K., HEILMANN, H.-P.: Ultraharte Längspendelbestrahlung von Tumoren im Gesichtsschädelbereich.
Strahlentherapie 155 (9), 601 - 606 (1979)

WANNENMACHER, M.: Nasenhöhle und Nasennebenhöhlen.
In: SCHERER, E.: Strahlentherapie, 372 - 38o,
Springer Berlin-Heidelberg-New York 1976

WESTERNHAGEN VON, B., SCHÄTZLE, W.: Einfluß ionisierender
Strahlen auf Gehör- und Gleichgewichtsorgan.
Arch. Ohr-Nas.-u.Kehlk.-Heilk. 195, 1o9 - 12o
(1969)

WINTHER, F.Q.: Early degenerative changes in the inner ear
sensory cells of the Guinea pig following local
x-ray irradiation.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 67, 262 - 268 (1969)
Acta oto-laryng. (Stockh.) 69, 3o7 - 319 (197o)

WHITE, D.C.: The histopathologic basis for functional decre-
ments in late radiation injury in diverse organs.
Cancer (Philad.) 37, Suppl. 2, 1126 - 1143 (1976)

WIELAND, C., FEHRENTZ, D.: Dosisverteilungen in der perku-
tanen Megavolttherapie maligner Tumoren im Kopf-
Halsbereich.
Radiologie 12, 2o2 - 2o8 (1972)

WORK, W.P.: Lesions of the external auditory canal.
Annals Otol., Rhinol., Laringol. 59 (4), 1o62 -
1o87 (195o)

Lebenslauf

Am 3. 12. 1948 wurde ich, Wilfried Karl Böhringer, als Sohn des Zahnarztes Karl Böhringer und seiner Ehefrau Irmgard, geborene Deumig, in Pforzheim geboren.

Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Weiherbergs-Volksschule in Pforzheim und wechselte anschließend ins humanistische Reichlin-Gymnasium über, wo ich am 5. 7. 1967 die Reifeprüfung ablegte.

Nach Absolvierung meines Wehrdienstes und einer kurzen Lehrzeit als Zahntechniker studierte ich ab Wintersemester 1971 an der Universität Tübingen das Fach Zahnheilkunde. Am 6. Dezember 1976 legte ich das zahnärztliche Staatsexamen ab.

Seit dem Wintersemester 1976 bin ich an derselben Universität auch im Fach Humanmedizin eingeschrieben.

Das ärztliche Staatsexamen legte ich am 21. April 1982 in Heidelberg ab.